美国初中主流理科教材

SCIENCE EXPLORER

科学探索者

电与磁

浙江教育出版社

PEARSON

Prentice Hall

图书在版编目(CIP)数据

科学探索者. 电与磁/(美)帕迪利亚(Padilla,M.J.)主编; 王耀村, 应必锋译. —2版. —杭州: 浙江教育出版社, 2010.3 (2010.12重印)
ISBN 978-7-5338-8033-0

Ⅰ. ①科… Ⅱ. ①帕… ②王… ③应… Ⅲ. ①电磁学－初中－课外读物 Ⅳ. ①G634.73

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第032067号



电与磁 （第二版）

○ 出版发行 浙江教育出版社(杭州市天目山路40号 邮编310013)
○ 原著名 Science Explorer Electricity and Magnetism
○ 原出版 PRENTICE HALL
○ 翻译 王耀村 应必锋
○ 责任编辑 金馥菊
○ 责任校对 戴正泉
○ 封面设计 曾国兴 韩波
○ 责任印务 温劲风
○ 图文制作 杭州万方图书有限公司

▷ 印刷 杭州富春印务有限公司
▷ 开本 710 × 1000 1/16
▷ 印张 11
▷ 字数 220 000
▷ 版次 2010年3月第2版
▷ 印次 2010年12月第15次
▷ 印数 118 001－130 500
▷ 标准书号 ISBN 978-7-5338-8033-0
▷ 定价 22.00元

联系电话: 0571-85170300-80928
e-mail: zjjy@zjcb.com

本书参考答案请上网查阅。
网址: www.zjeph.com

美国初中主流理科教材

SCIENCE EXPLORER

科学探索者

电与磁



浙江教育出版社

科　学
探索者

电　与　磁

Program Resources
Student Edition
Annotated Teacher's Edition
Teaching Resources Book with Color Transparencies
Electricity and Magnetism Materials Kits

Program Components
Integrated Science Laboratory Manual
Integrated Science Laboratory Manual, Teacher's Edition
Inquiry Skills Activity Book
Student-Centered Science Activity Books
Program Planning Guide
Guided Reading English Audiotapes
Guided Reading Spanish Audiotapes and Summaries
Product Testing Activities by Consumer Reports™
Event-Based Science Series (NSF funded)
Prentice Hall Interdisciplinary Explorations
Cobblestone, Odyssey, Calliope, and *Faces* Magazines

Media/Technology
Science Explorer Interactive Student Tutorial CD-ROMs
Odyssey of Discovery CD-ROMs
Resource Pro® (Teaching Resources on CD-ROM)
Assessment Resources CD-ROM with Dial-A-Test®
Internet site at www. science-explorer. phschool. com
Life, Earth, and Physical Science Videodiscs
Life, Earth, and Physical Science Videotapes

科学探索者
从细菌到植物
动物
细胞与遗传
人体生理卫生
环境科学
地球内部
地表的演变
地球上的水
天气与气候
天文学
物质构成
化学反应
运动、力与能量
电与磁
声与光
科学探究
法庭科学

Staff Credits
The people who made up the *Science Explorer* team – representing editorial,editorial services, design services, field marketing, market research, marketing services, on-line services/multimedia development, product marketing, production services, and publishing processes – are listed below. Bold type denotes core team members.

Kristen E. Ball, **Barbara A. Bertell,** Peter W. Brooks, **Christopher R. Brown, Greg Cantone,** Jonathan Cheney, **Patrick Finbarr Connolly,** Loree Franz, Donald P. Gagnon, Jr., **Paul J. Gagnon, Joel Gendler,** Elizabeth Good, Kerri Hoar, **Linda D. Johnson,** Katherine M. Kotik, Russ Lappa, Marilyn Leitao, David Lippman, **Eve Melnechuk, Natania Mlawer,** Paul W. Murphy, **Cindy A. Noftle,** Julia F. Osborne, Caroline M. Power, Suzanne J. Schineller, **Susan W. Tafler,** Kira Thaler-Marbit, Robin L. Santel, Ronald Schachter, **Mark Tricca,** Diane Walsh, Pearl B. Weinstein, Beth Norman Winickoff



封面：日本磁悬浮高速列车

ISBN 0-13-434485-5
7 8 9 10 05 04 03 02 01 00

Program Authors



Michael J. Padilla, Ph.D.
Professor
Department of Science Education
University of Georgia
Athens, Georgia

Michael Padilla is a leader in middle school science education. He has served as an editor and elected officer for the National Science Teachers Association. He has been principal investigator of several National Science Foundation and Eisenhower grants and served as a writer of the National Science Education Standards.

As lead author of *Science Explorer*, Mike has inspired the team in developing a program that meets the needs of middle grades students, promotes science inquiry, and is aligned with the National Science Education Standards.



Ioannis Miaoulis, Ph.D.
Dean of Engineering
College of Engineering
Tufts University
Medford, Massachusetts

Martha Cyr, Ph.D.
Director, Engineering
Educational Outreach
College of Engineering
Tufts University
Medford, Massachusetts

Science Explorer was created in collaboration with the College of Engineering at Tufts University. Tufts has an extensive engineering outreach program that uses engineering design and construction to excite and motivate students and teachers in science and technology education.

Faculty from Tufts University participated in the development of *Science Explorer* chapter projects, reviewed the student books for content accuracy, and helped coordinate field testing.

每章课题

Book Author

Camille L. Wainwright, Ph.D.
Professor of Science Education
Pacific University
Forest Grove, Orgon

Contributing Writers

Edward Evans
Former Science Teacher
Hilton Central School
Hilton, New York

Mark Illingworth
Teacher
Hollis Public Schools
Hollis, New Hampshire

Thomas L. Messer
Science Teacher
Cape Cod Academy
Osterville, Massachusetts

Thomas R. Wellnitz
Science Teacher
The Paideia School
Atlanta, Georgia

Reading Consultant

Bonnie B. Armbruster, Ph.D.
Department of Curriculum and Instruction
University of Illinois
Champaign, Illinois

Interdisciplinary Consultant

Heidi Hayes Jacobs, Ed.D.
Teacher's College
Columbia University
New York City, New York

Safety Consultants

W. H. Breazeale, Ph.D.
Department of Chemistry
College of Charleston
Charleston, South Carolina

Ruth Hathaway, Ph.D.
Hathaway Consulting
Cape Girardeau, Missouri

Tufts University Program Reviewers

Behrouz Abedian, Ph.D.
Department of Mechanical Engineering

Wayne Chudyk, Ph.D.
Department of Civil and Environmental Engineering

Eliana De Bernardez-Clark, Ph.D.
Department of Chemical Engineering

Anne Marie Desmarais, Ph.D.
Department of Civil and Environmental Engineering

David L. Kaplan, Ph.D.
Department of Chemical Engineering

Paul Kelley, Ph.D.
Department of Electro-Optics

George S. Mumford, Ph.D.
Professor of Astronomy, Emeritus

Jan A. Pechenik, Ph.D.
Department of Biology

Livia Racz, Ph.D.
Department of Mechanical Engineering

Robert Rifkin, M.D.
School of Medicine

Jack Ridge, Ph.D.
Department of Geology

Chris Swan, Ph.D.
Department of Civil and Environmental Engineering

Peter Y. Wong, Ph.D.
Department of Mechanical Engineering

Content Reviewers

Jack W. Beal, Ph.D.
Department of Physics
Fairfield University
Fairfield, Connecticut

W. Russell Blake, Ph.D.
Planetarium Director
Plymouth Community Intermediate School
Plymouth, Massachusetts

Howard E. Buhse, Jr., Ph.D.
Department of Biological Sciences
University of Illinois
Chicago, Illinois

Dawn Smith Burgess, Ph.D.
Department of Geophysics
Stanford University
Stanford, California

A. Malcolm Campbell, Ph.D.
Assistant Professor
Davidson College
Davidson, North Carolina

Elizabeth A. De Stasio, Ph.D.
Associate Professor of Biology
Lawrence University
Appleton, Wisconsin

John M. Fowler, Ph.D.
Former Director of Special Projects
National Science Teacher's Association
Arlington, Virginia

Jonathan Gitlin, M.D.
School of Medicine
Washington University
St. Louis, Missouri

Dawn Graff-Haight, Ph.D., CHES
Department of Health, Human Performance, and Athletics
Linfield College
McMinnville, Oregon

Deborah L. Gumucio, Ph.D.
Associate Professor
Department of Anatomy and Cell Biology
University of Michigan
Ann Arbor, Michigan

William S. Harwood, Ph.D.
Dean of University Division and Associate Professor of Education
Indiana University
Bloomington, Indiana

Cyndy Henzel, Ph.D.
Department of Geography and Regional Development
University of Arizona
Tucson, Arizona

Greg Hutton
Science and Health Curriculum Coordinator
School Board of Sarasota County
Sarasota, Florida

Susan K. Jacobson, Ph.D.
Department of Wildlife Ecology and Conservation
University of Florida
Gainesville, Florida

Judy Jernstedt, Ph.D.
Department of Agronomy and Range Science
University of California, Davis
Davis, California

John L. Kermond, Ph.D.
Office of Global Programs
National Oceanographic and Atmospheric Administration
Silver Spring, Maryland

David E. LaHart, Ph.D.
Institute of Science and Public Affairs
Florida State University
Tallahassee, Florida

Joe Leverich, Ph.D.
Department of Biology
St. Louis University
St. Louis, Missouri

Dennis K. Lieu, Ph.D.
Department of Mechanical Engineering
University of California
Berkeley, California

Cynthia J. Moore, Ph.D.
Science Outreach Coordinator
Washington University
St. Louis, Missouri

Joseph M. Moran, Ph.D.
Department of Earth Science
University of Wisconsin–Green Bay
Green Bay, Wisconsin

Joseph Stukey, Ph.D.
Department of Biology
Hope College
Holland, Michigan

Seetha Subramanian
Lexington Community College
University of Kentucky
Lexington, Kentucky

Carl L. Thurman, Ph.D.
Department of Biology
University of Northern Iowa
Cedar Falls, Iowa

Edward D. Walton, Ph.D.
Department of Chemistry
California State Polytechnic University
Pomona, California

Robert S. Young, Ph.D.
Department of Geosciences and Natural Resource Management
Western Carolina University
Cullowhee, North Carolina

Edward J. Zalisko, Ph.D.
Department of Biology
Blackburn College
Carlinville, Illinois

Teacher Reviewers

Stephanie Anderson
Sierra Vista Junior High School
Canyon Country, California

John W. Anson
Mesa Intermediate School
Palmdale, California

Pamela Arline
Lake Taylor Middle School
Norfolk, Virginia

Lynn Beason
College Station Jr. High School
College Station, Texas

Richard Bothmer
Hollis School District
Hollis, New Hampshire

Jeffrey C. Callister
Newburgh Free Academy
Newburgh, New York

Judy D'Albert
Harvard Day School
Corona Del Mar, California

Betty Scott Dean
Guilford County Schools
McLeansville, North Carolina

Sarah C. Duff
Baltimore City Public Schools
Baltimore, Maryland

Melody Law Ewey
Holmes Junior High School
Davis, California

Sherry L. Fisher
Lake Zurich Middle School North
Lake Zurich, Illinois

Melissa Gibbons
Fort Worth ISD
Fort Worth, Texas

Debra J. Goodding
Kraemer Middle School
Placentia, California

Jack Grande
Weber Middle School
Port Washington, New York

Steve Hills
Riverside Middle School
Grand Rapids, Michigan

Carol Ann Lionello
Kraemer Middle School
Placentia, California

Jaime A. Morales
Henry T. Gage Middle School
Huntington Park, California

Patsy Partin
Cameron Middle School
Nashville, Tennessee

Deedra H. Robinson
Newport News Public Schools
Newport News, Virginia

Bonnie Scott
Clack Middle School
Abilene, Texas

Charles M. Sears
Belzer Middle School
Indianapolis, Indiana

Barbara M. Strange
Ferndale Middle School
High Point, North Carolina

Jackie Louise Ulfig
Ford Middle School
Allen, Texas

Kathy Usina
Belzer Middle School
Indianapolis, Indiana

Heidi M. von Oetinger
L'Anse Creuse Public School
Harrison Township, Michigan

Pam Watson
Hill Country Middle School
Austin, Texas

Activity Field Testers

Nicki Bibbo
Russell Street School
Littleton, Massachusetts

Connie Boone
Fletcher Middle School
Jacksonville Beach, Florida

Rose-Marie Botting
Broward County School District
Fort Lauderdale, Florida

Colleen Campos
Laredo Middle School
Aurora, Colorado

Elizabeth Chait
W. L. Chenery Middle School
Belmont, Massachusetts

Holly Estes
Hale Middle School
Stow, Massachusetts

Laura Hapgood
Plymouth Community Intermediate School
Plymouth, Massachusetts

Sandra M. Harris
Winman Junior High School
Warwick, Rhode Island

Jason Ho
Walter Reed Middle School
Los Angeles, California

Joanne Jackson
Winman Junior High School
Warwick, Rhode Island

Mary F. Lavin
Plymouth Community Intermediate School
Plymouth, Massachusetts

James MacNeil, Ph.D.
Concord Public Schools
Concord, Massachusetts

Lauren Magruder
St. Michael's Country Day School
Newport, Rhode Island

Jeanne Maurand
Glen Urquhart School
Beverly Farms, Massachusetts

Warren Phillips
Plymouth Community Intermediate School
Plymouth, Massachusetts

Carol Pirtle
Hale Middle School
Stow, Massachusetts

Kathleen M. Poe
Kirby-Smith Middle School
Jacksonville, Florida

Cynthia B. Pope
Ruffner Middle School
Norfolk, Virginia

Anne Scammell
Geneva Middle School
Geneva, New York

Karen Riley Sievers
Callanan Middle School
Des Moines, Iowa

David M. Smith
Howard A. Eyer Middle School
Macungie, Pennsylvania

Derek Strohschneider
Plymouth Community Intermediate School
Plymouth, Massachusetts

Sallie Teames
Rosemont Middle School
Fort Worth, Texas

Gene Vitale
Parkland Middle School
McHenry, Illinois

Zenovia Young
Meyer Levin Junior High School (IS 285)
Brooklyn, New York

科学探索者
电与磁

目录

活动

学科探索

每章课题

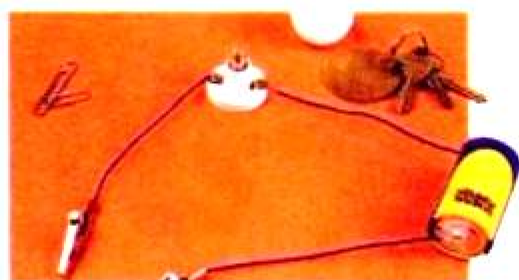
（贯穿整章的探索活动）

探索

（课前的思考与探索）

增进技能

（专业技能训练）



试一试

（基本概念的巩固与强化）

技能实验室

（探索技能强化）

生活实验室

（科学知识的应用）

跨学科探索

科学与历史

科学与社会

链　接

太空电器工程师



埃伦·奥乔亚出生在美国加利福尼亚州，并在那里长大。她从斯坦福大学获得电机工程学博士学位，1991年成为一名宇航员。她已经执行过两次航天飞机的飞行任务。目前，奥乔亚正在太空飞行控制中心从事通信技术方面的工作，负责与航天飞机上宇航员的通信联络。她擅长吹长笛，在航天飞机上也带着它，她希望不久会有更多的太空飞行任务。

当初在学校学习科学课程中的电学知识时，埃伦·奥乔亚并未想到这门课会有助于自己日后成为一名宇航员。奥乔亚博士说："当时我最喜欢数学和科学课程。"如今她已是一名宇航员，并已执行过两次航天任务。由于她学的是电机工程学，是电器方面的专家，因此，她在宇航员小组中担当了很重要的角色。

奥乔亚在航天飞机飞行中担任一种关键性的工作，由她控制的机器称为远程操作系统，简称RMS。"RMS是一种能伸出航天飞机外的机械臂，"她解释道，"RMS大约有15米长，用电来控制。在飞行中，我们用它抓住放在航天飞机货舱中的人造卫星，并把卫星放到轨道上。几天以后，当我们准备返回地面时，再把人造卫星重新收回，放到航天飞机的货舱中。"人造卫星有两种，一种用于收集有关太阳及它对地球的影响的信息，另一种用来研究地球大气的情况。

"我们有一台带有两个操纵杆的工作台，其中一个的形状像儿童玩具中常见的那种操纵杆，另一个则像方形的把手。前后推动或上下、左右移动这两个操纵杆，就可以使RMS机械臂到达合适的位置。"

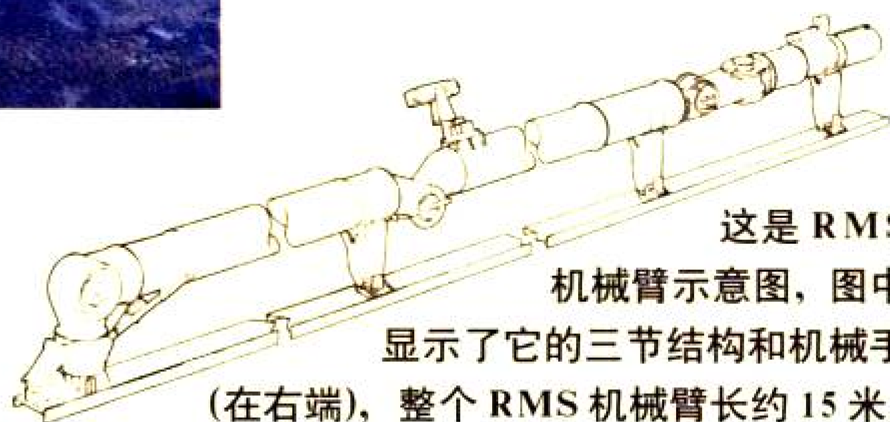
与埃伦·奥乔亚博士一席谈





埃伦·奥乔亚在地面上作 RMS 的操练

“亚特兰蒂斯号”航天飞机上的 RMS 机械臂抓住了一个卫星



这是 RMS 机械臂示意图，图中显示了它的三节结构和机械手（在右端），整个 RMS 机械臂长约 15 米。

问 *您是怎样对科学发生兴趣的？*

答 我从事科学研究是因为我喜欢数学。我总把学习数学作为一种享受，并且确实学得很好。我对应用数学的领域特别感兴趣，因此在大学里我学习物理，不过当时我并不知道日后会在科学方面有所发展。

问 *您在很小的时候就关注太空计划吗？*

答 噢，那是肯定的。在 20 世纪 60 年代我读小学的时候，太空计划是一件大事。那时，“阿波罗号”宇宙飞船把宇航员送上了月球。但是直到在研究院攻读电机工程学位时我才知道怎样申请参加太空计划，知道他们在挑选宇航员时究竟需要什么样的人才。

问 *您是如何申请参加太空计划的？*

答 我第一次申请是在 1985 年，当时没有被选中。1990年我试着再次申请，这次被选中了。许多宇航员都有这种经历，坚持到底是我们宇航员的一种品质。

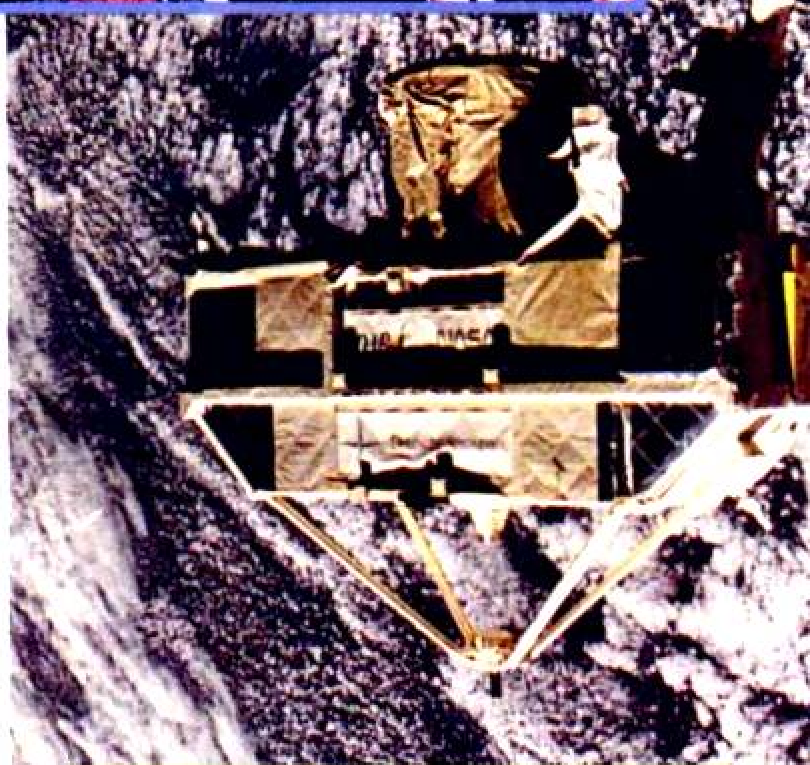
问 *宇航员在航天飞机上是怎样使用电的？*

答 航天飞机上的许多系统都需要电力，如用于各种计算机、传感器和探测器以确保生命维持系统正常地运

转，还有许多实验仪器需要使用其他形式的能量，像光和无线电波等，这也和电有关。我们可以使用这些仪器来测量大气中影响天气和气候的化学成分。当然，我们还利用无线电来跟地面上的工作人员进行通信联络。

埃伦·奥乔亚与宇航员唐纳德·R·麦摩纳格利正在控制RMS机械臂



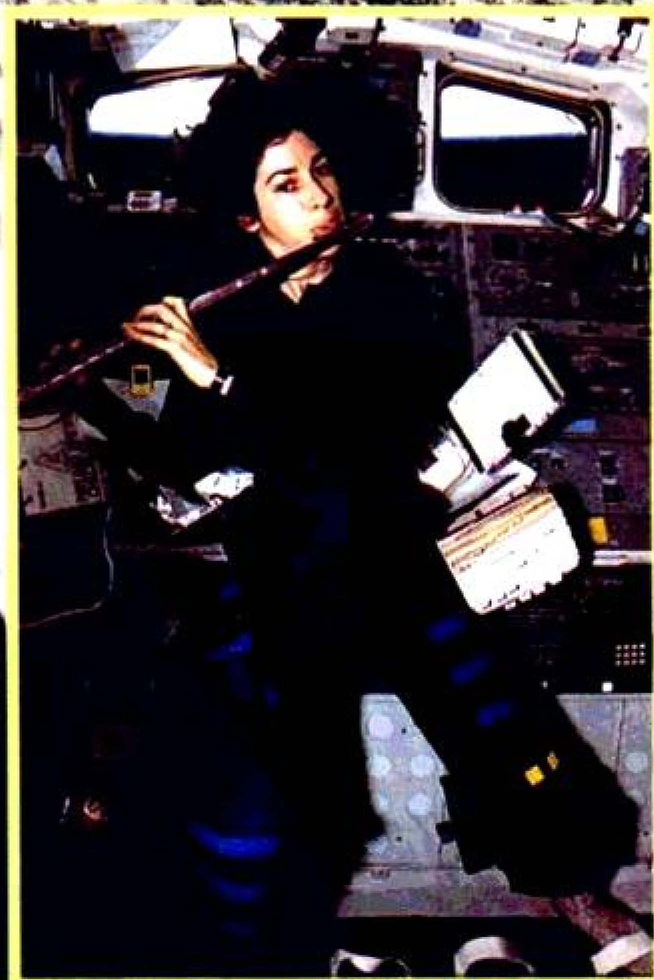


问 *航天飞机上所用的电是从哪里来的？*

答 航天飞机上带有燃料电池，还带有低温下的氢和氧，我们使氢和氧在燃料电池中互相混合。像普通电池一样，燃料电池发生化学反应产生电和水。电和水都是我们在航天飞机上工作和生活不可缺少的。我们当然希望多带一些氢、氧燃料电池，以便产生更多的电力和水。但是燃料电池带多了，其他东西，如我们做科学实验的仪器设备等，就得少带了。

问 *你们有没有研究过用其他方法产生电呢？*

答 我们进行的两次航天飞行，曾进行了系绳人造卫星实验。它的基本设想是这样的：用一根系绳——一条很长的电缆线来拖动人造卫星遨游太空。导体通过地球磁场，就会产生电流。目前，系绳人造卫星还处于研究阶段。我们希望最终能使用由系绳产生的电力，来推动卫星上下轨道，而不是用昂贵的燃料。



埃伦·奥乔亚在飞行途中为同伴们吹奏长笛 ▶


这是一位艺术家设想的航天飞机和系绳人造卫星。

问 作为一名宇航员，您最喜欢哪些方面的工作？

答 尽管为上太空而作的各种训练很辛苦，但我认为整个飞行都是十分有趣的——发射、从太空看地球、失重下的生活等，这些都是真正的享受。对于一个具有自然科学和数学素养的人来说，有趣的、令他振奋的职业很多，当一名宇航员就是其中之一。

在1994年的飞行中所看到的气象卫星和RMS臂的景象。

阅读DIY



奥乔亚谈到了坚持到底的品质，这种品质使她成了一名宇航员。想一想，当你经过多次努力终于做成功某件事情时，是什么感受？请描述一下当时的感受。持之以恒和决心起了什么作用？对于科学家来说，为什么具有这种品质是十分重要的？

第一章 磁和电磁学

主要内容

SECTION 1 磁的性质

探索 磁体都有什么共性
增进技能 观察
试一试 多么有趣
技能实验室 辨别假硬币

SECTION 2 磁性的地球（与地球科学的综合）

探索 你能用一枚缝衣针制作一个指南针吗
增进技能 测量
试一试 在圆周上旋转

SECTION 3 电流和磁场

探索 磁场都是由永磁体产生吗
增进技能 分类
生活实验室 制作手电筒

课题 1

制作电磁起重机模型

如果想把汽车吊起来，你需要什么样的吊钩呢？用轮船上的铁锚吗？虽然铁锚很像一只巨大的钓鱼钩，可以起吊重物，但实际上，废物场内用于搬动废旧汽车的起重机并没有钩子，它们使用电磁铁。

在这一章中，你将学习什么是磁体，怎样利用磁体，还要学习有关电流的知识，学习怎样利用电流来产生强磁体。这种强磁体叫做电磁铁，它的磁性可以“开”和“关”。学习本章知识时，你还要用你学到的知识制作一个电磁铁“钓钩”。

课题目标 制作一个电磁铁“钓钩”，它能将回形针从一个容器中提起来，投放到另一个容器中。

为了完成这一课题，你必须：

- 制作一个以磁体为“钓钩”的起重机模型；
- 设计一个控制电磁铁的开关，用细线把电磁铁挂在钓杆的末端，以一节干电池作动力；
- 调节起重机，使它能从容器中尽可能多的钓起回形针，再放到另一个容器中；
- 遵照附录中的安全守则进行操作。

课题准备 想一想钓钩的样子，讨论一下钓钩的各种性能。然后思考你怎样用一种类似于钓钩的装置将回形针抓起放下。小组讨论怎样利用磁体作为“钓钩”。

检查进度 在学习本章内容的同时，进行这一课题的研究。为保证你的课题按时完成，请在以下几个阶段检查你的进度。

第一节复习 第 21 页 用一块永磁体制作原始模型。
第三节复习 第 35 页 设计一个开关。
第四节复习 第 40 页 通过实验控制各种变量，制作并改进你的电磁铁。

总结 在本章结束(第 43 页)时，你要用你的电磁铁“钓钩”与同学们进行钓回形针比赛。

SECTION 4 电磁铁

探索 怎样使磁体的磁性时有时无

在废物场上，一台起重机正在用电磁铁搬动废钢铁。

SECTION 1

磁的性质

探 索 **活 动**



磁体都有什么共性

1. 准备条形磁体和马蹄形磁体各一块。
2. 看一看每块磁体的不同部位上吸起多少枚回形针。
3. 画一张图，表示每块磁体上吸起回形针的部位和数量之间的关系。

思考

观察 每一块磁体的什么部位吸起回形针数量最多？你观察到这两块磁体有什么相同点？

阅读指南

- 磁极之间是怎样相互作用的？
- 磁感线的形状是怎样的？
- 磁体中的磁畴是怎样排列的？

阅读提示 在阅读中，列出一个纲要，来概括关于电与磁知识的主要观点和支持这些观点的具体内容。

想象一下乘坐一列不接触地面滑行的列车飞驶的情景，你感觉不到来自铁轨的振动，听不到车轮碰撞发出的噪声，在列车以每小时400千米的速度直奔旅程的终点时，你只要舒坦地坐着就可以了。

这是在梦中吗？不，这不是梦！虽然你很可能没有乘过这样的列车，但这种悬浮在空中几厘米高度的高速列车在一些国家已正式进入商业运行，它被称为磁悬浮列车。是什么使得车厢悬浮起来的呢？信不信由你，是磁体使它们浮起来的。



图1-1 这是日本的磁悬浮高速列车，它用强磁体代替轮子运动。

磁　体

说到磁体，你可能会想起家中电冰箱上用来夹纸条的那个小磁体。其实，我们所熟悉的许多设备，如门铃、电视机和计算机中都有磁体。

现代生活和生产中应用磁体的地方很多，但磁体并不是新玩艺。早在2000多年前，居住在马格尼西亚地区(希腊境内)的人们就发现了一种不寻常的岩石。这种岩石含有磁铁矿石，能吸引含铁的物质。磁铁矿石和磁体这两个英文名词都来自于马格尼西亚这一地名。**磁性(magnetism)**是指磁体能吸引其他物体的性质。

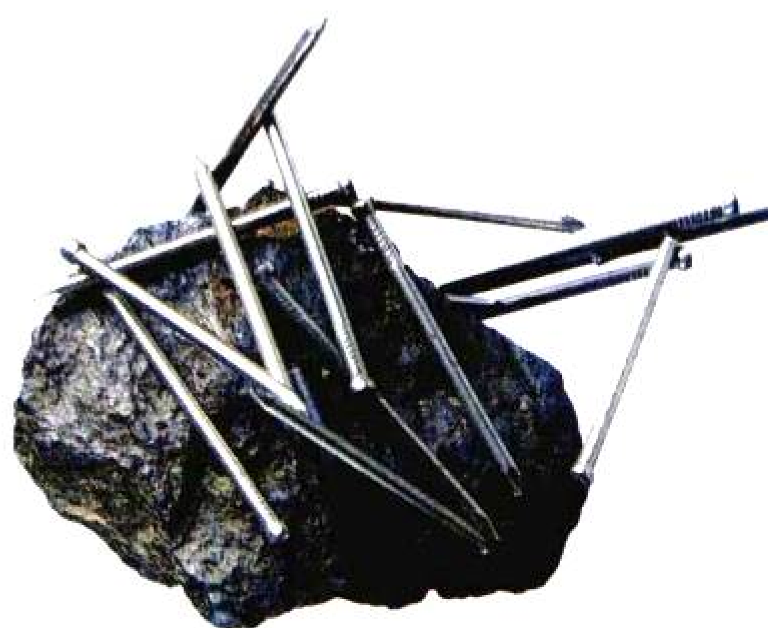


图 1-2　磁石中含有磁铁矿石。

大约在2000多年前，中国人发现了磁体的另一种有趣的性质。那就是如果把一块磁石琢磨成匙状，让它能在水平面上自由地转动，磁石的某一个部位(匙柄)总是指向南方，匙的另一端指向北极星的方向。由于这个缘故，磁石也被称为北极石。

磁　极

你所熟悉的一些磁体并不是天然的，而是人工制造的，它们跟天然磁石具有相同的性质。任何磁体，不管其形状如何，都有两个端点，即两个磁极。所谓**磁极(magnetic pole)**是指磁体上磁性最强的部位。正像一块磁铁矿的一端总是指向北极星那样，人造磁体的一个磁极也总是指北，科学家将这一极称为磁体的北极，磁体的另一极称为南极。两个北极或两个南极叫做同名磁极；一个北极和一个南极叫做异名磁极。



图1-3　人造磁体被做成各种不同的形状。

分类　*照片中有多少种不同形状的磁体，你能认出来吗？*

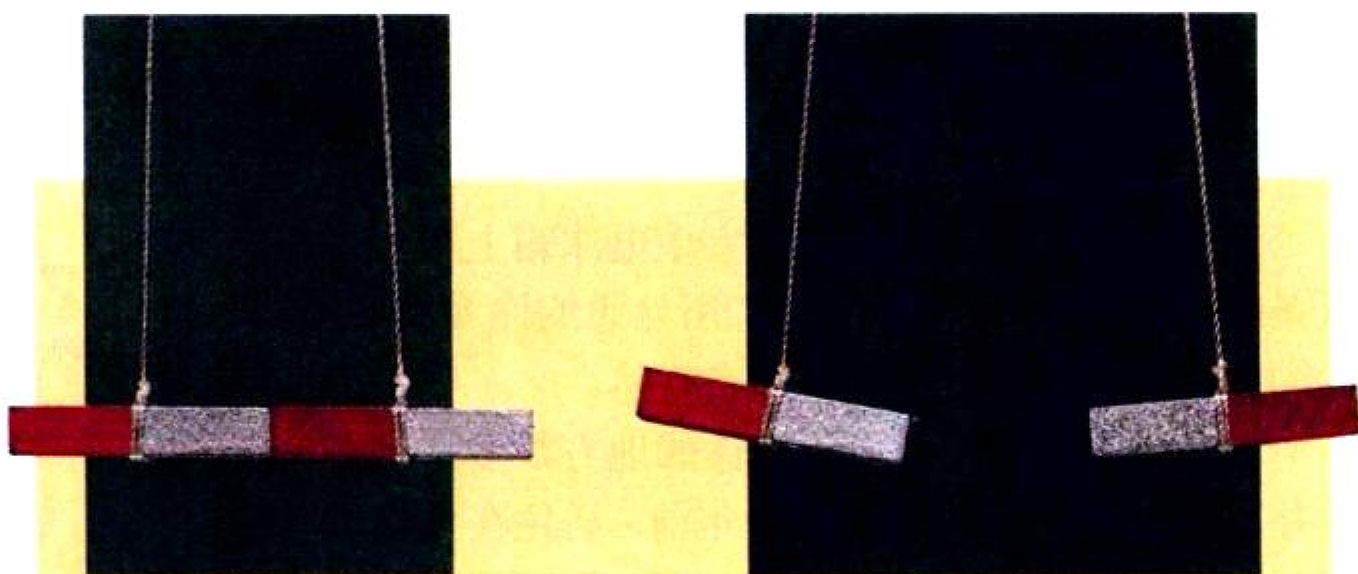


图 1-4　将用绳子悬挂的两块条形磁体彼此靠近。

图解*　*在每幅图中，磁体之间相互作用的是什么力？

磁极之间的相互作用　当你将两块磁体彼此靠近时会发生什么现象呢？如果你将两个北极靠近，磁体就会彼此推开；如果将两个南极彼此靠近，情况也一样。但是，如果你用一块磁体的北极去靠近另一块磁体的南极，那么两块磁体就会彼此吸引。**同名磁极相互排斥，异名磁极相互吸引。**图 1-4 显示了两块条形磁体之间的相互作用情况。

磁体之间的吸引力或排斥力就是磁力。能产生磁力的任何物体都是磁体。

前面描述过的磁悬浮列车，就是依据同名磁极相互排斥的原理制成的。列车底部的磁体和地面导轨的磁体极性相同。同名磁极相互排斥，列车厢体便悬浮起来。其他磁体则推的推、拉的拉，牵引列车向前奔驰。

成对的磁极　如果将一块条形磁体从中间锯断，分成两块，想一想，会发生什么现象？会不会一块是北极，另一块是南极？不会的。你得到的是两块磁体，并不是两个磁极。这两块小磁体，都有自己的北极和南极。如果将这两块磁体再一分为二，就会得到四块磁体。

想一想*　*什么是磁体的磁极？

增进技能

观　察　活动

1. 用铅笔在一只泡沫塑料杯的底部刺一个孔，然后把杯子倒过来，把铅笔垂直插入孔内。
2. 将两个圆形磁体放到铅笔上，并使两个磁体的同名磁极贴在一起，观察发生的现象。
3. 把上面那块磁体翻过来，重新放回铅笔上，观察发生的现象。

磁体在上述两种情况下各有什么现象发生？解释你所观察到的现象。

磁　场

在磁体上，磁极的磁力最强，但磁力并不局限在磁极，磁体的周围都存在着磁力的作用。磁体周围有磁力作用的区域称为磁体的**磁场 (magnetic field)**。磁场的存在，使磁体间不通过接触便发生相互作用。

图 1-5A 显示一块条形磁体周围的磁场，图中的曲线称为**磁感线 (magnetic field line)**，它形象地展示出磁体周围磁场的分布情况。**磁感线从一个磁极出发，围着磁体沿曲线前行，最后返回到另一磁极**。磁感线从一个磁极到另一个磁极形成一条封闭的回路，磁感线之间永不相交。

虽然磁场是看不见的，但你能看到磁场产生的效应。如图 1-5B 所示，便是塑料薄膜下方的磁体对膜上的铁屑分布的影响。磁力作用在铁屑上，使铁屑排列成类似于图 1-5A 中磁感线的图样。

薄膜上的铁屑和磁感线分布给出的都是平面上的图形，但磁场是三维(立体)的，你可以从图1-5C中看出磁场完整的立体分布情况。

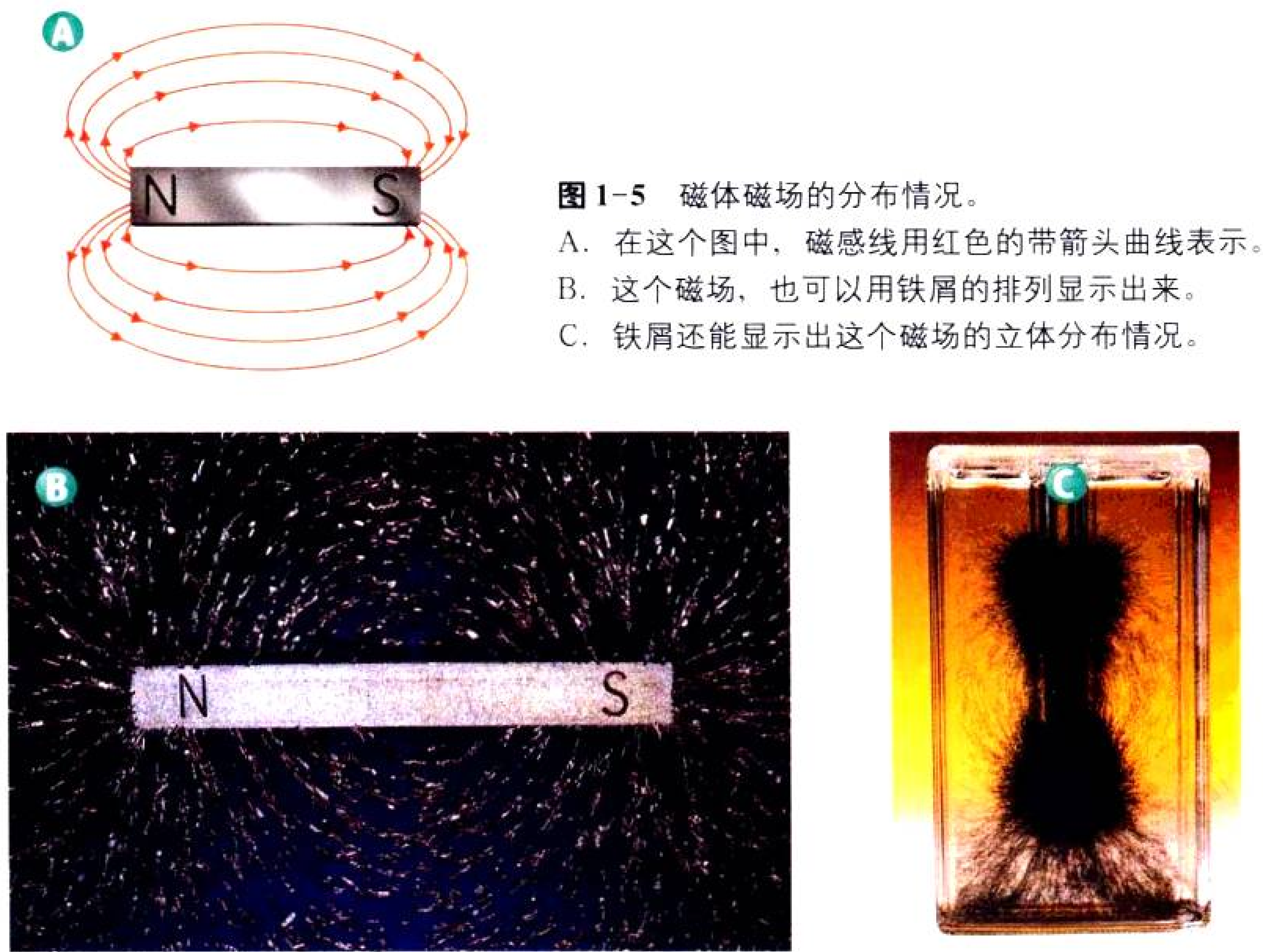
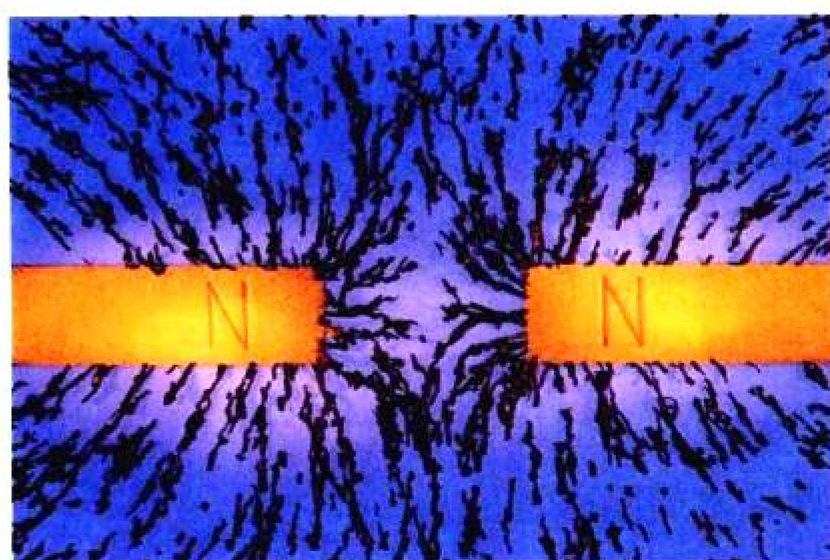
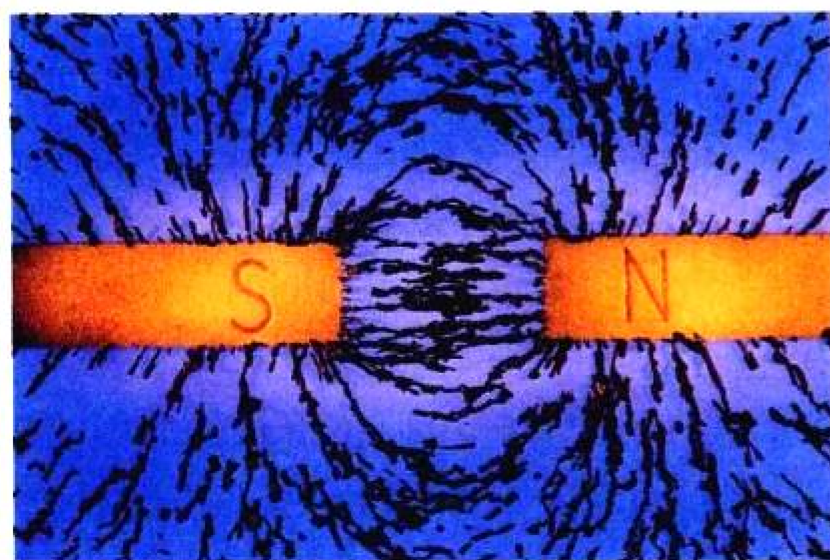
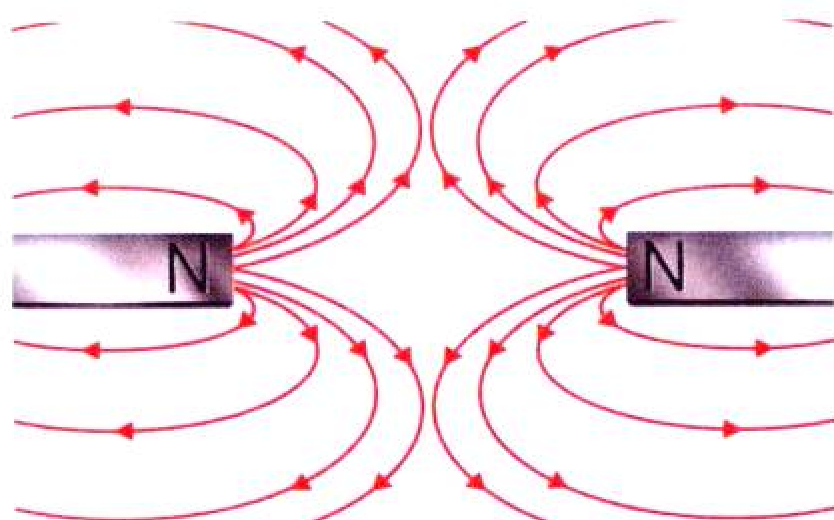


图 1-5　磁体磁场的分布情况。
A. 在这个图中，磁感线用红色的带箭头曲线表示。
B. 这个磁场，也可以用铁屑的排列显示出来。
C. 铁屑还能显示出这个磁场的立体分布情况。







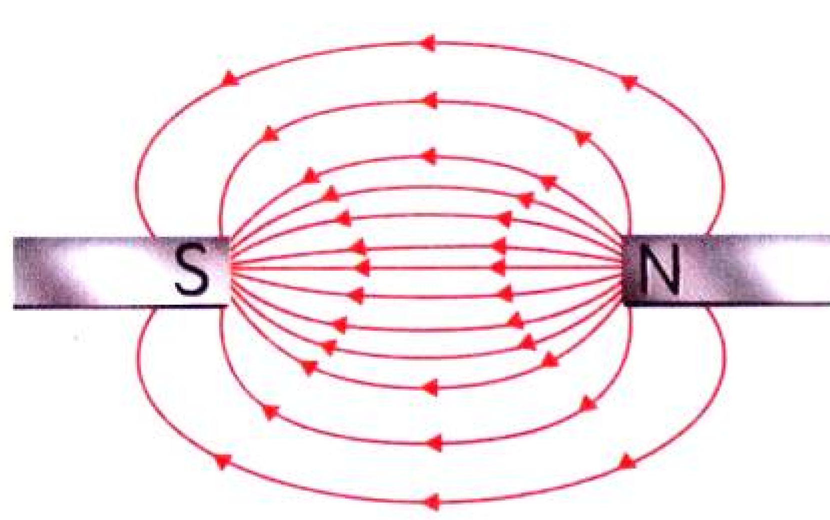


图 1-6 当两块条形磁体相互靠近时，其周围的磁场就会发生改变。

运用概念 *这些照片和图，显示磁极之间是怎样相互作用的？*

两个或多个磁体的磁场相互叠加，就会形成一个合磁场。图 1-6 显示了两块条形磁体的磁极彼此靠近时所产生的磁场分布情况。

磁体的内部

如果你将一块木头、玻璃或塑料片靠近一堆回形针，会怎么样？没有怎么样，这些材料对回形针不起任何作用。但是你若将一块条形磁体靠近这堆回形针时，回形针就会被吸附在磁体上。为什么有些材料会产生很强的磁性，而另一些就没有呢？

电子自旋 材料的磁性取决于这种材料的原子结构。所有的物质都是由原子构成的，**原子 (atom)** 是化学元素的最小单位。目前已发现的**化学元素 (element)** 有 100 多种，它们组成了自然界中的所有物质。

原子的中心是**原子核 (nucleus)**，原子核中包含**质子 (proton)** 和中子，质子带一个正电荷。在原子核外的轨道上绕原子核运动的是**电子 (electron)**，它带有一个负电荷。当电子绕原子核运动时，自身也在做自旋

运动。运动的电子会产生磁场，正是原子中电子的自旋运动和轨道运动，使得每一个原子都相当于一个微小的磁体。

磁畴　在绝大多数的材料中，原子磁场的指向是杂乱无章的，结果使得各个磁场几乎被完全抵消了。所以，绝大多数材料的磁性是很微弱的，通常无法检测到。

而在某些材料中，各个原子的电子自旋产生的磁场彼此排列得很整齐。几十亿个原子组成一个集团，其中所有的原子产生的磁场，都排列整齐，这样的集团我们称它为**磁畴(magnetic domain)**。磁畴作为一个整体，它的作用就像一块很小的条形磁体。

在材料未被磁化时，磁畴的指向是杂乱无章的，如图1-7所示。一些磁畴产生的磁场和其他一些磁畴产生的磁场彼此抵消，这时材料不显磁性。**材料被磁化后，其中所有的磁畴(或绝大部分磁畴)都沿相同的方向排列**。或者说，磁畴排列整齐了。

磁性材料　如果某种材料内部形成了磁畴，该材料就可能成为较强的磁体。如果一种材料能显示出极强的磁性效应，我们就称它为**铁磁材料(ferromagnetic material)**。铁磁性一词来自于拉丁文 *Ferrum*，原意是“铁”。铁、镍和钴是我们所熟悉的铁磁性材料，另外还有像元素钫和钕等都可以做成极强磁性的磁体。还有一些强磁体是用合金制成的。

☑ ***想一想　磁性和磁畴有什么联系？***

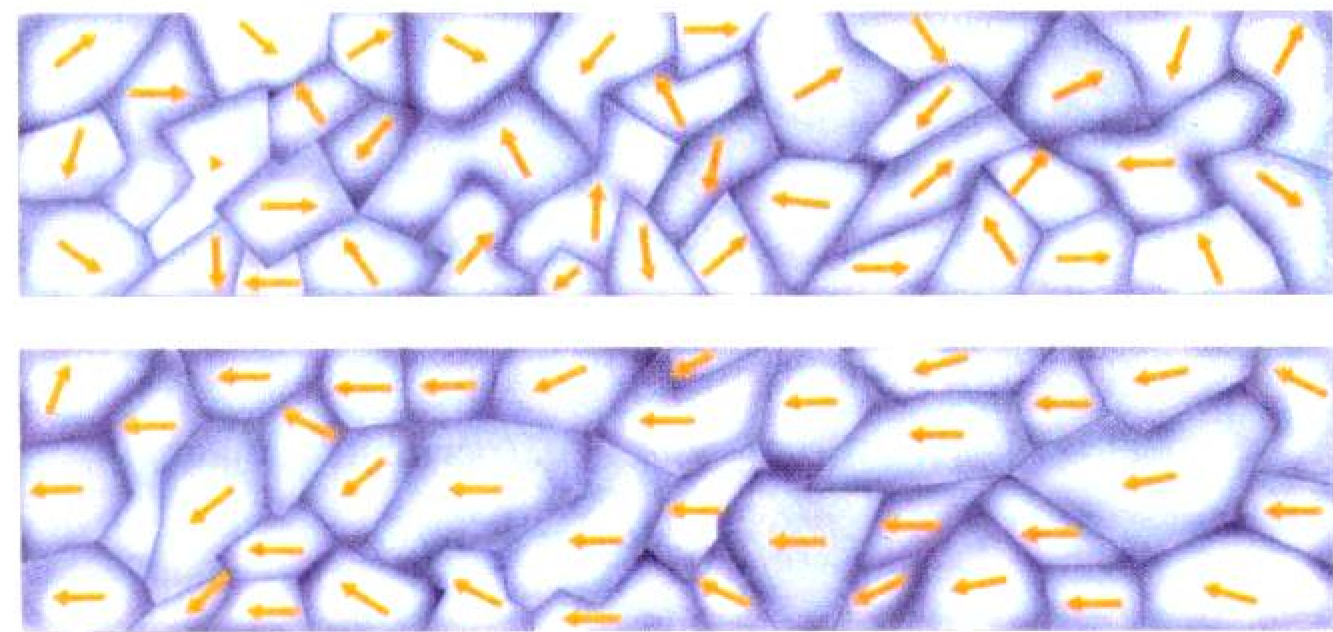
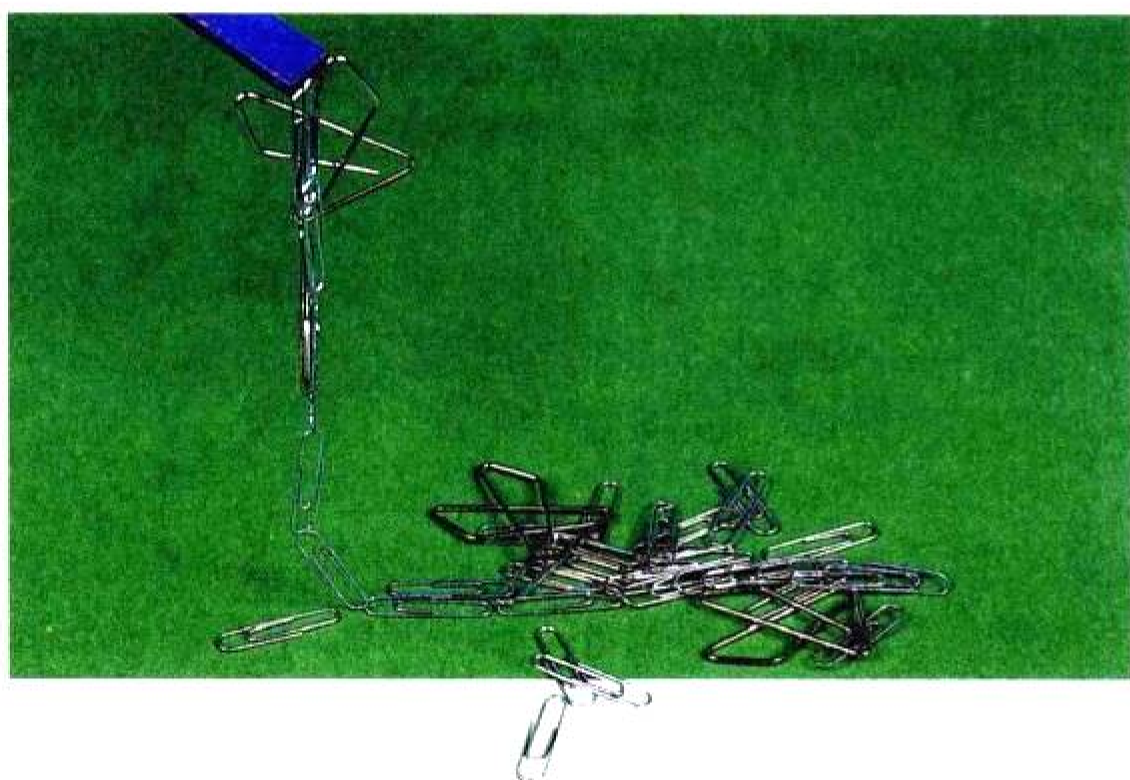


图1-7　箭头表示材料中磁畴的磁场方向，即每一个磁畴的北极。
对比　*磁化了的铁和未磁化的铁中磁畴的排列有什么不同？*

未磁化的铁

磁化了的铁

图 1-8 磁体吸引金属回形针。*运用概念* *回形针怎样才能被磁体所吸引?*



制造磁体

我们知道，磁铁矿存在于自然界中。但我们日常所使用的磁体一般都是人造的。磁体可以用铁磁性材料来制造，方法就是将未被磁化的铁磁材料放在强磁场中或者用强磁体的一个磁极去摩擦它。

如果磁场足够强，材料中会发生两个变化过程。首先，与磁场方向一致的磁畴，随着相邻磁畴的整齐排列，磁场变得更大；其次，那些与磁场方向不一致的磁畴，转向与磁场的方向一致。这样，大部分磁畴取向相同，磁畴排列整齐了，该材料也就成为一块磁体。

知道了制造磁体的方法，就可以明白为什么一个未被磁化的物体，如回形针等，能够被磁体所吸引。回形针是由钢制成的，也就是说其主要成分是铁。磁体的磁场使回形针中的磁畴排列整齐，回形针也就成了一个磁体。它的北极面向磁体的南极，彼此就产生了吸引力。同样的道理，这个回形针也能吸引其他回形针。但是，若将磁体拿走，回形针中的磁畴又回到杂乱无章的排列状态，这时，回形针就不再是磁体了。

制造回形针的普通钢是很容易磁化的，但它们也容易失去磁性，由这样的材料制成的磁体称为非永久磁体。其他一些类型的钢较难磁化，但也容易保留磁性，由这些材料制成的磁体称为**永磁体 (permanent magnet)**。

☑ **想一想** ***磁体怎样吸引其他物体?***

试一试

多么有趣 活动

你可以用铁屑来研究物质是怎样变得有磁性的。

1. 在一根干净的塑料管内倒入 $\frac{2}{3}$ 容积的铁屑，然后封住管口。
2. 观察管中铁屑的排列情况。
3. 用一块强磁体的一极沿着塑料管以同一方向摩擦 30 次左右。
4. 再观察一下管中铁屑的排列情况。



得出结论 从这个实验你能得到什么结论?

磁性的消失

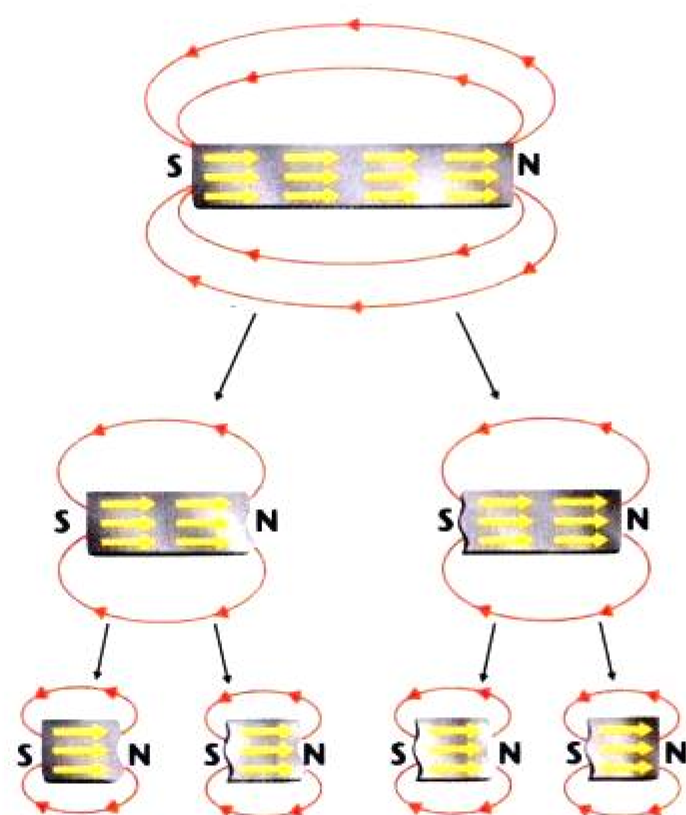
正如回形针中磁畴的排列变得杂乱无章时，回形针会失去磁性一样，一块永磁体也有可能失去磁性。最简单的方法是重重地摔或敲打磁体。磁体受到重击时，它的磁畴排列就不再整齐。加热也会使它的磁性消失，因为物体受热时，其中的粒子会运动得更快、更杂乱，磁畴也就更难排列整齐。实际上，超过一定的温度，所有的材料都会失去磁性，这一温度随材料的不同而不同。

分割磁体

掌握了磁畴的知识，你们就能明白为什么将一块磁体锯成两半之后，并不是两半各剩一个磁极了。如图1-9所示，在条形磁体中间，存在着许许多多磁畴的北极和南极，彼此相对排列，磁性互相抵消。

而在磁体两端的磁畴磁极，它们并不面对相反的磁极，因此就产生很强的磁性。如果将磁体分割成两半，其中的磁畴依然按同样的方式排列着，因此，半块磁体的两端同样分别有许多的磁畴南极和北极，构成很强的磁性。图1-9是将磁体分割成四段后的情形。

图1-9 无论将磁体分割成多少段，所得到的每一段依旧有两个磁极。





第一节复习

1. 如果将两个相同的磁极靠在一起，会发生什么情况？两个相反的磁极靠在一起呢？
2. 磁体中磁畴是怎样排列的？在未被磁化的铁磁材料中磁畴又是怎样排列的？
3. 原子中什么的运动会产生磁性？
4. 怎样制造磁体？
5. **理性思维** **应用概念** 铁屑总是沿着磁场的方向排列，那么磁场中铁屑内的磁畴必定会发生什么现象？

课题 1

检查进度

收集制作电磁起重机各部件所需要的材料。扫帚柄、销钉、米尺都可以利用，此外还需要一条绳子。画一幅起重机的基本设计图，再用一块永磁体制作起重机。试一试你的起重机是否容易操作。

技能实验室

揭开谜底

辨别假硬币

假如有一台自动售货机中老是有大量的假硬币，老板大概就会把它撤走，除非有人帮忙杜绝放进假币。你说该怎么办？



问题

你能用一块磁体来辨别真假硬币吗？

技能

预测、推理、观察、提出假设

材料

各类硬币　　棒冰棒　　胶带
米尺　　铅笔　　量角器
硬币大小的钢垫圈
约2厘米宽的小条形磁体
约25厘米 × 30厘米大小的薄的硬纸板

步骤

1. 取一块硬纸板，标上它的正面、背面、顶部、底部。
2. 在硬纸板前后两面中央，纵向各画一条中线。
3. 在硬纸板背面中线的右边2厘米处再画一条平行直线。
4. 在第3步所画直线的$\frac{1}{3}$处竖直放上一块磁体，用胶带固定。
5. 在硬纸板的正面放一根棒冰棒，它的上端在中心线左边约1厘米处，离硬纸板底部约8厘米。
6. 按照下一页照片中所指示的角度用胶带固定好棒冰棒。
7. 以45°左右的倾角将硬纸板支起来。预测一下，当一枚硬币沿着硬纸板的正面滑下去时，会是什么情形？
8. 将一枚硬币放在中线上，使之沿着纸板面往下滑。

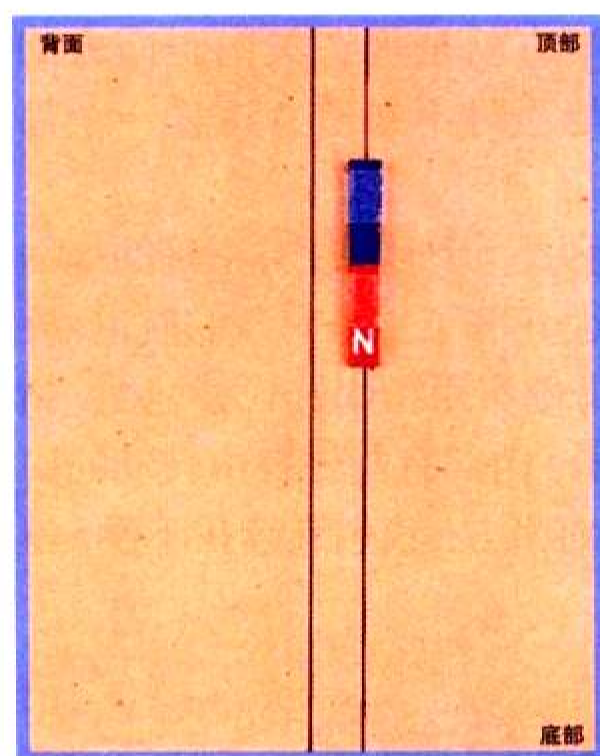
   提示：如果硬币粘住滑不下去，可逐渐加大硬纸板的角度。
9. 预测一下，用一个铁垫圈滑下去会是什么情形？
10. 用一枚垫圈从硬纸板上滑下去，看看你的预测是否正确。同样，如果垫圈被粘住，就慢慢地加大硬纸板的倾角重新试一次。
11. 一旦找出一个合适的角度，使得硬币和垫圈都能很容易地滑下，然后一次一个地将一组硬币和垫圈的混合物随机地沿硬纸板面滑下去。

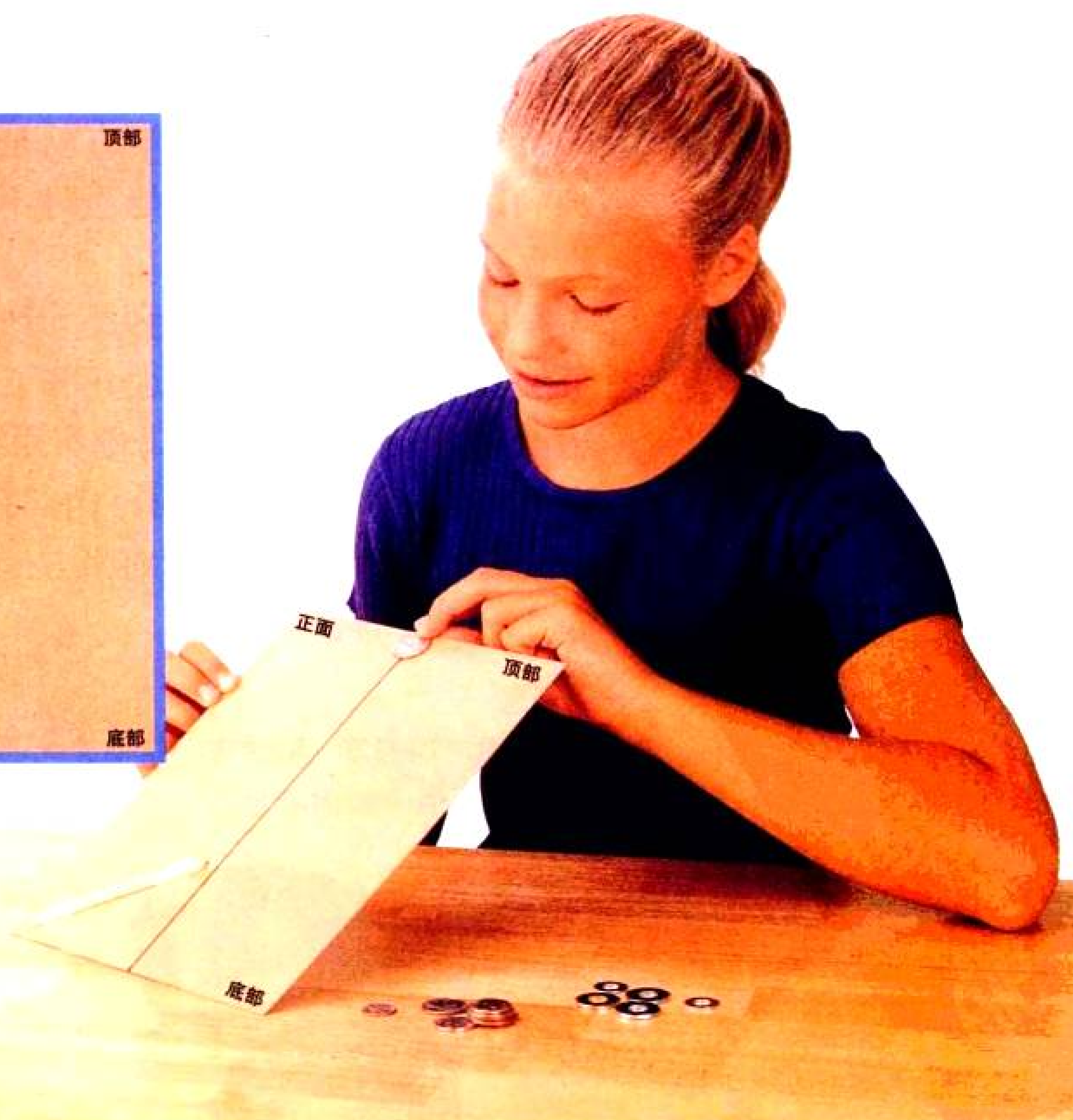
分析与结论

1. **预测** 你在第 7 步中是怎样预测的？为什么做那样预测？
2. **预测** 你在第 9 步中是怎样预测的？为什么做那样预测？
3. **观察** 实验也许支持、也许不支持你的预测，你在实验中是怎样观察的？
4. **提出假设** 实验中磁体起什么作用？
5. **提出假设** 实验中棒冰棒起什么作用？
6. **得出结论** 为什么要用薄纸板？
7. **控制变量** 你能说出硬币是用什么金属制成的吗？垫圈又是用什么金属制成的？
8. **预测** 为什么硬纸板的倾角会影响这种硬币分离装置的操作准确性？
9. **交流** 有几种加拿大硬币中含有铁磁材料，那么上述这种装置在加拿大是不是还可以用来辨别假硬币呢？为什么？

进一步探索

去一家有自动售货机的商店，找到自动售货机的主人，问问他们有没有收到过假硬币，他们(或者自动售货机制造商)是怎样处理这个问题的。他们的解决方法跟你在本实验中制作的这种装置是否相似？





SECTION 2 磁性的地球

探索 活动

你能用一枚缝衣针制作一个指南针吗



1. 用一块磁性很强的条形磁体的一端沿同一方向摩擦一枚粗缝衣针若干次，使针磁化。然后把这枚针穿过一个泡沫球或者用胶带固定在一小块软木上。
2. 在一盘水中滴入一滴洗洁精，放进这个泡沫球或软木块。调整针的位置，直到针能在水面水平地漂浮。
3. 缝衣针停止运动后，指向哪一个方向？
4. 利用一幅当地的地图确定这枚针所指的方向。

思考

观察 针指的是什么方向？如果重复实验过程它仍指向同一方向吗？这一实验告诉你有关地球的什么知识？

阅读指南

- 地球的磁场是怎样的？
- 地磁场有什么效应？

阅读提示 阅读时，制作一张表格，比较地磁场和条形磁体磁场的异同。

哥伦布在1492年发现新大陆时，还真不知道自己发现了新大陆。他本想寻找一条从欧洲通往印度的捷径。实际所登陆的地方就是现在美国正南方的加勒比海上的一个岛。他当时不知道有这样一个岛屿存在。

尽管哥伦布认错了地方，但他在没有正确的地图可供参考的情况下，成功地开辟了一条向西的航道，直达美洲。在这次航海中，哥伦布用指南针代替地图。**指南针(compass)**是一种仪器，内部有能够自由转动的磁化了的针。指南针总是指向南方，我们继续往下学，就会知道其中的奥妙。



图1-10 1492年，哥伦布出航横渡大西洋。他的船队利用了如图所示的一些指南针导航。



图1-11 威廉·吉尔伯特向女王伊丽莎白一世演示了他的研究成果。

地球是一个巨大的磁体

在16世纪末，英国医生威廉·吉尔伯特先生对指南针产生了兴趣。他向一些航海家介绍他的指南针，并用自己的指南针进行实验。吉尔伯特确信指南针总是指向同一方向，不管你把它放在哪里。但当时没有人知道其中的原因。

吉尔伯特指出，指南针之所以总是指向同一方向，是因为地球是一个巨大的磁体。他的观点当时受到许多人的嘲笑，但结果证明他是正确的。**地球周围有一个巨大的磁场，就像条形磁体周围的磁场一样。**

吉尔伯特相信地核内部存在有磁性的岩石。现在科学家认为事实并非如此，因为地核温度太高，不可能存在固态的岩石。目前关于地球的磁性仍没有完全搞清楚。但科学家已确信这是由地核中熔化了的金属(铁和镍)的环流引起的。

地球具有磁场的事实解释了指南针的原理：指南针中磁针的两极沿地球的磁场方向排列。

☑ **想一想** *吉尔伯特关于地球的新想法是什么？*

磁偏角

地球的磁极跟地理两极并不重合。指南针指的北极(在加拿大北部)离地理北极大约有1250千米。地理北极有时被叫做正北。指南针指的南极位于南极大陆海岸的附近。

增进技能

测　量　活动

1. 用本地的地图确定你们学校的地理上的正北方向。用胶带或粉笔在地板上标出这个方向。
2. 用指南针找出北方，标出这个方向。
3. 用量角器量出这两个方向之间的角度。

比较指南针指示的和地理的朝北方向。指南针指示的北方向相对地理的北方向是偏东还是偏西？

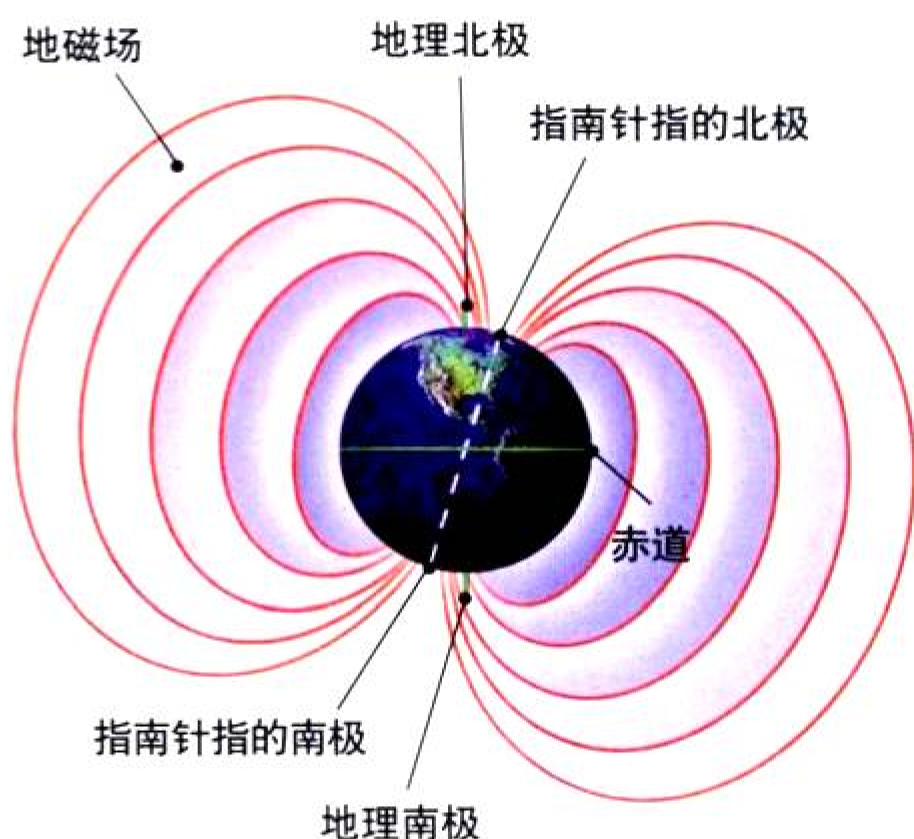


图 1-12 地磁两极跟地理两极并不重合。

利用地轴，我们可以更加清楚地看到地磁的两极和地理的两极之间的不同。如图1-12所示，连接地磁两极的线，相对于地轴稍稍有些倾斜。

使用指南针时，你必须知道地理两极和地磁两极是不一样的。假定在你和地理北极之间画一条线，然后在你和地磁场的南极(在北方)之间再画一条线，这两条线之间的夹角是地理上的北方向和指南针所指的北方向之间的夹角，这个角叫做**磁偏角 (magnetic declination)**。

磁偏角随你在地面上所处位置的不同而不同。图1-13给出了美国不同地区的磁偏角。例如，在北卡罗来纳州，一个徒步旅行者沿着指南针指北方向大约偏东8°的方向前进，才能到达地图上正北的地方。而一个在俄勒冈州的徒步旅行者，须沿着指南针指北方向大约偏西20°的方向前进，才能到达地图上正北的地方。

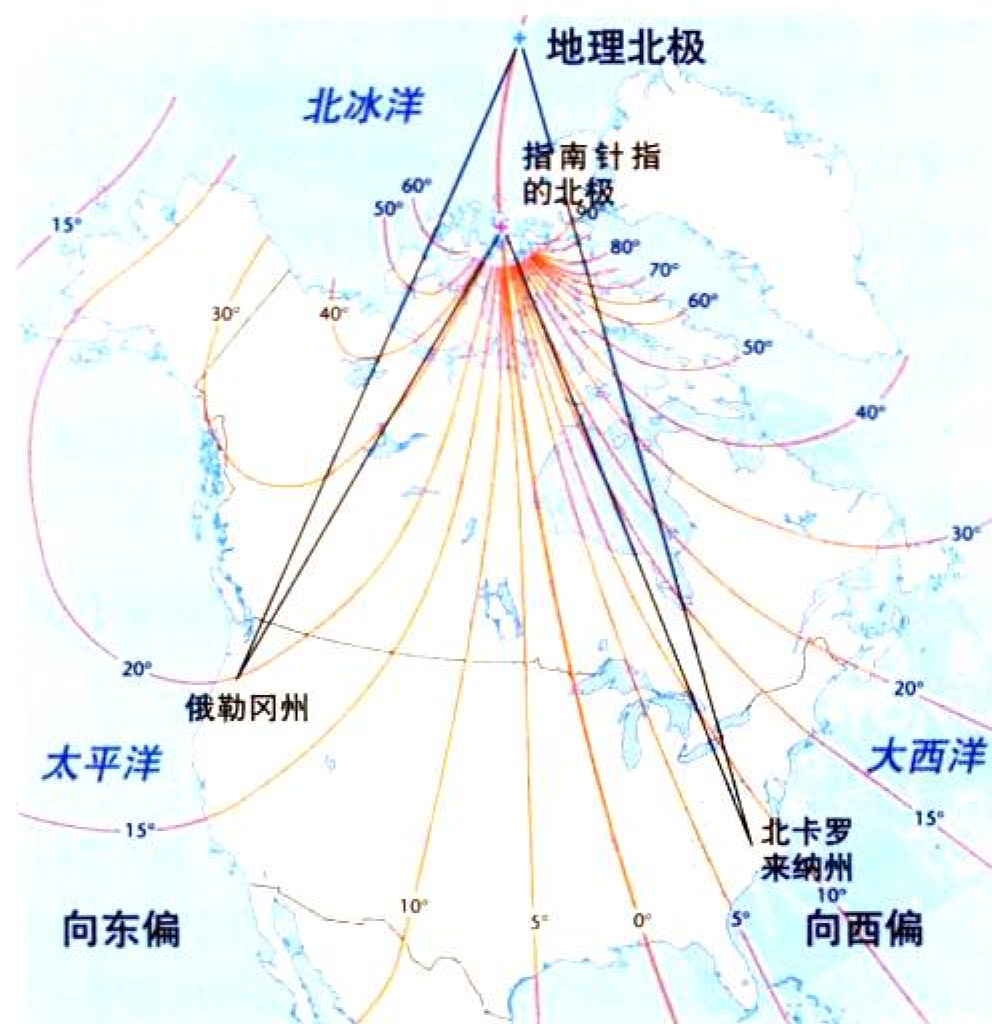


图 1-13 地面上不同地点的磁偏角大小不同。
图解 *你所在地区的磁偏角有多大?*

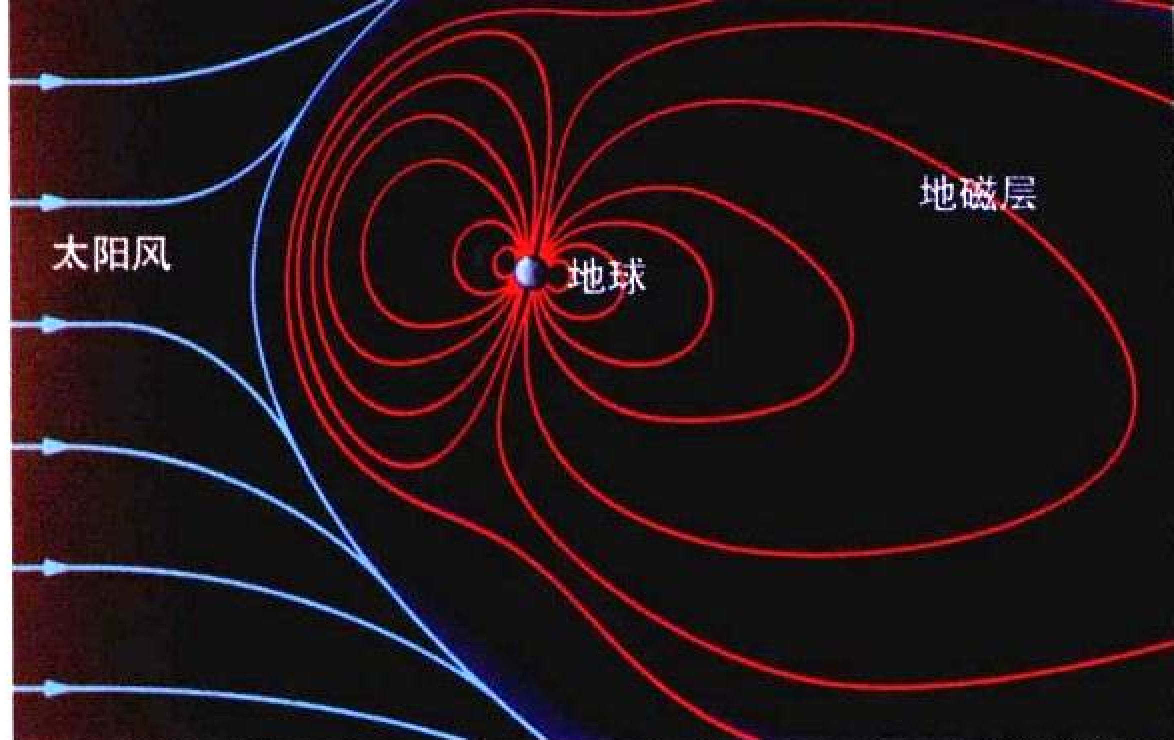


图 1-14 太阳风使得地磁场不同于条形磁体的磁场。太阳风使得地球夜晚一侧的地磁场被拉伸。

由于地球磁极的缓慢移动，磁偏角也随时间而变化。例如 1580 ~ 1820 年之间，在伦敦的指南针指北方向改变了 35°。

☑ ***想一想*** ***什么是磁偏角？***

地磁层

地磁场向含有带电粒子的宇宙空间延伸。**地磁场影响地球上空带电粒子的运动，带电粒子也影响地磁场。**

在离地面 1000 ~ 25000 千米之间，有两个环状区域叫**范艾伦带(Van Allen belt)**，是以发现者 J.A. 范艾伦的名字命名的。这两个区域存在着高速运动的电子和质子。人们曾经担心，宇宙飞船穿越范艾伦带时，这些电子和质子会不会带来危险，但危险并没有发生。

地球上空的带电粒子主要来自太阳，地球和太阳系中的其他行星一样要经受太阳风的吹袭。**太阳风 (solar wind)** 是来自于太阳的高速带电粒子流。太阳风作用于地磁场，包围在地磁场的四周，如图 1-14 所示。被太阳风所限制的地磁场区域叫作**地磁层(magnetosphere)**。由于地球绕着地轴转动，太阳风使得地磁层不断地改变形状。

太阳风中大多数粒子不能穿透地磁场而到达地表，但仍有一些粒子能到达地表。这些粒子沿着地磁场的磁感线到达地磁场的两个磁极。在地磁场磁极处的磁感线是与地面垂直的。

试一试

在圆周上旋转



指南针的指针指向哪个方向？

1. 在一张纸的中间放上条形磁体。
2. 在离条形磁体 N 极 2 厘米处放一个指南针。画一个小箭头表示指南针指针指示的方向。
3. 在磁体周围的不同位置重做第 2 步骤 20 次 ~ 30 次。
4. 移去磁体，观察你所画箭头的图样。

得出结论 你画出的箭头图样表示什么？只有地磁场对指南针有影响吗？



图 1-15 一条彩带出现在地磁两极附近的天空，这就是极光。

因果推理 *极光是怎么形成的？*

语言艺术

链接

远古以来，人们就一直试图解释他们所观察到的自然现象。

设想一下，如果不知道地球是一个巨大磁体，会怎样解释极光。

以前住在美国威斯康星州的印第安人害怕极光，他们认为极光是敌人死后的鬼魂。

在北美洲的哈得孙湾地区，爱斯基摩人普遍认为，鸣哨可以引来极光，而拍手可以把极光赶走。

阅读 DIY



假如极光真的可通过鸣哨引来，编一个可能会发生的故事。写之前先设计好人物和事件的经过。

带电粒子接近地球表面时，会跟大气中的原子发生相互作用，使原子发光，于是形成地球上的奇观——巨大的帘幕在夜空熠熠闪光。由来自太阳的带电粒子引发的一片闪光区域称为**极光（aurora）**。在北半球看到的，就叫北极光。南半球看到的，就叫南极光。

地磁场的效应

我们知道，铁、钴、镍等材料可以通过强磁场制成一个磁体。**由于地球具有强大的磁场，因此地球本身也可以制造磁体。**

地球制作磁体 假设你沿南北方向放一条铁棒，许多年后，地磁场将吸引铁棒中的磁畴并使它们沿同一方向排列（磁场可以引起铁磁性材料中的磁畴增大，或沿同一方向排列）。为了加速这个过程，你可以用榔头轻轻敲打铁棒，振动以后，磁畴就容易沿磁场方向排列了。

什么物体可以在地磁场中放许多年而被磁化？比如放在学校文件柜中许多年的一些金属器物，尽管人们并没有想让它们成为磁体，但事实上地球已经把它们磁化了。

地球留下的记录 地磁场也会对含有磁性材料的岩石起作用，如大洋底部岩石。洋底岩石是由火山熔岩形成的。熔岩从洋底长长的裂缝中往上溢出，形成洋中脊。熔岩中的铁沿着地磁场方向排列。当熔岩变冷变硬时，铁被固定下来，这样就留下了当时地磁场方向的永久记录。

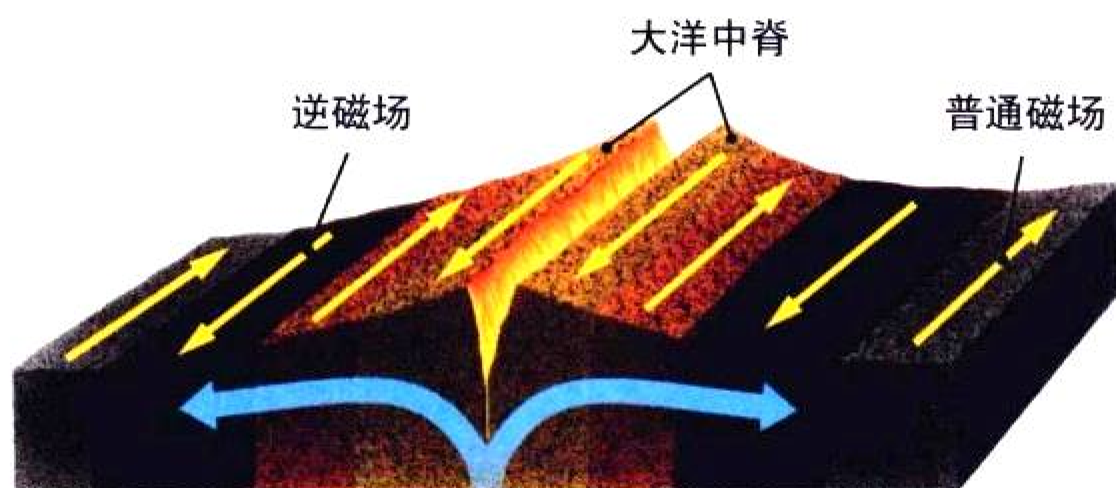


图 1-16 大洋底部火山熔岩变硬成为岩石以后，当时的地磁场方向就被永久地记录下来了。

科学家在研究这些岩石时，发现地磁场的方向和强度随着时间的推移会发生改变。实际上，每经过 100 万年左右，地磁场的方向会颠倒一次。

图 1-16 中的黄色箭头指示了地磁场的方向。注意洋中脊两边夹层条纹图案呈对称排列，这是因为洋底从洋中脊处向两边展开。所以离洋中脊远的岩石比离洋中脊近的岩石的年代长。知道岩石的形成时间，岩石中的磁记录就能告诉我们各个时期的地磁场方向。

也许你想问，地磁场为什么会改变方向？你问得很好，科学家也提出过同样的问题。地磁场是由于地核中熔融金属的运动而产生的，熔融金属流动方向的变化引起电磁场发生变化。但这个理论只是初步的，具体细节还没有搞清楚，科学家目前还不能解释为什么熔融金属的流向会发生变化。也许将来你能在这个领域展示你的才智。



第二节复习

1. 地球怎样像一个磁体？
2. 比较地理两极和地磁两极。
3. 指南针是怎样工作的？
4. 我们在岩石中发现了地磁场变化的什么证据？
5. **理性思维** **提出假设** 有一些昆虫和鸟，在它们身体的特定部位存在细小的铁粒子，通过神经与大脑相连。这些铁粒子可能有什么功能？

身边的科学

用指南针探测你的家，寻找家中被磁化了的物体，如烤炉、电冰箱或金属文件柜的顶部和底部。试一试长时间放在同一地方的金属物体。解释一下这些物体吸引或排斥指南针指针的原因。

SECTION 3 电流和磁场

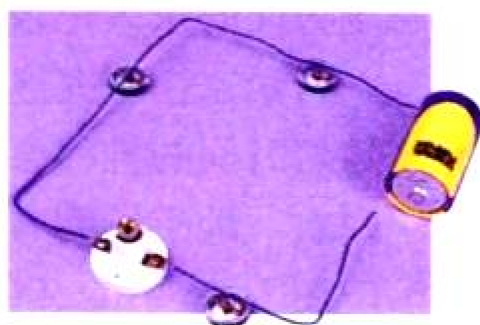
探索 活动

磁场都是由永磁体产生吗

1. 取两根导线，每根长约20～30厘米，两端去掉绝缘层。
2. 分别将两根导线的一端连接到装有小灯泡的灯座上。
3. 将其中一根导线的另一端连接到1号电池上。
4. 在导线附近的三个不同位置放三个指南针，在开始实验前，记录每个指南针所指的方向。
5. 把导线放在指南针的正上方，并保证指南针的指针能自由转动。
6. 用另一根导线的未连接的一端试触电池的另一极。当电流通过导线时观察指南针的指向。把导线从电池的一极处断开，然后再一次试触，观察指南针的指向。

思考

推理 指南针发生了什么现象？关于电和磁的联系你能得出什么结论？



阅读指南

- 电流与磁场有什么联系？
- 导体与绝缘体有什么不同？
- 电路有什么性质？

阅读提示 在阅读时，用标题写出概要。

1820年的一天，丹麦科学家汉斯·克里斯琴·奥斯特正在哥本哈根大学给学生讲课。课堂上，他将演示通电导线。当电流接通时，导线附近的一个指南针动了一下，并改变了指向。

他大吃一惊，感觉是不是实验装置中的某些部件出了毛病。奥斯特作了进一步的研究，他在导线周围放置了好几个指南针，发现只要一接通电源，指南针的指针会环绕导线排成一个圆圈。

奥斯特的这一发现揭示了电和磁之间的联系。它们之间究竟有怎样的联系？为了搞清这个问题，我们必须先学习电流知识。



◀ 奥斯特在做实验演示。

电流

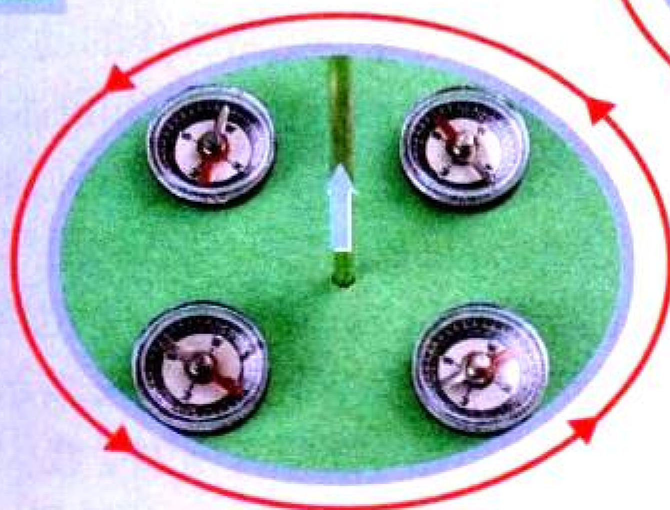
在第一节我们已经知道，所有物质内部都含有电子和质子，电子和质子都带有**电荷（electric charge）**。电子带负电荷，质子带正电荷。



B. 在向上(蓝箭头所示)的电流所产生的磁场中，指南针重新调整指向。



图1-17 通电导线影响指南针。
A. 导线没有电流通过时，4个指南针的N极都指向北极。



C. 在向下的电流所产生的磁场中，指南针也重新调整指向。

电荷通过导线或其他导体时，就产生了电流。**电流(electric current)**是电荷在导体中的流动。单位时间内通过导线的电量就是电流强度。电流的单位是安培(A)，这是以科学家安培的名字命名的，常常被简写为“安”。电流的大小告诉我们每秒钟通过某一处电量的多少。

那么，电荷运动跟磁现象究竟有什么关系呢？**电流产生磁场**。由直线电流所产生的磁感线是以导线为圆心排列的同心圆。在图1-17中，导线周围的指南针的指向显示了磁感线的走向。同样，图1-18中的铁屑描绘了磁场的分布。电流的方向决定了磁场的方向。如果电流方向反向，磁场方向也随着反向，如图1-17C所示。

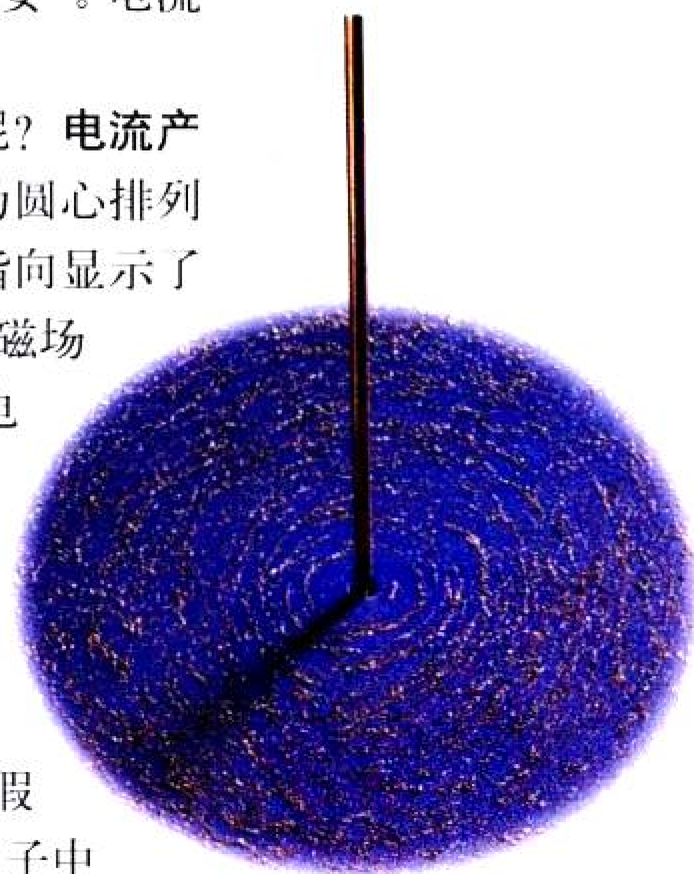


图1-18 铁屑显示了通电导线周围的磁感线分布。
观察 *磁感线的形状是怎样的？*

运动电荷和磁现象

安培做了大量的实验，研究电和磁现象。他假设所有的磁现象都是由环形电流产生的。例如，原子中电子的圆周运动，使原子成为小磁体。现代科学已经证明，安培的假设是正确的，即所有的磁现象都是由电荷的运动引起的。

想一想 *哪些粒子带有电荷？*

电　路

电流不会自动在所有的导线中流动，电流只在电路中流动。**电路 (electric circuit)** 是电荷能够流动的闭合通路。所有的电器，无论是电烤箱、收音机，还是电吉他、电视机，都有电路。

所有的电路具有相同的基本特征。**第一，有提供电能的电源**。电源是电路工作的动力。**第二，必须有用电器**。收音机、计算机、灯泡和电冰箱都能将电能转化成其他形式的能。例如，灯泡可以将电能转化为光能(发出光)和热能(放出热)。**第三，用导线和开关连接**。为了使电路更形象，你可以画一个电路图。下一页中的“探索电路”给出了一个用符号来表示的电路图，这些符号分别代表电路中的各个元件。我们可以边学习电路，边认识电路中的各个元件及其符号。

图 1-19　电荷的运行就像缆绳上的缆车，导线上所有的自由电荷都同时开始流动。



导体和绝缘体

电流能通过金属导线。电流也能通过塑料或纸张吗？不能，并非每一种物质都能通过电流。

电流能自由通过的材料叫**导体(conductor)**。像铜、银、铁和铝等金属都是导体。**在金属导线中，一些电子可自由地在原子间移动，这些电子叫自由电子**。当这些电子定向移动通过导线时，就形成电流。

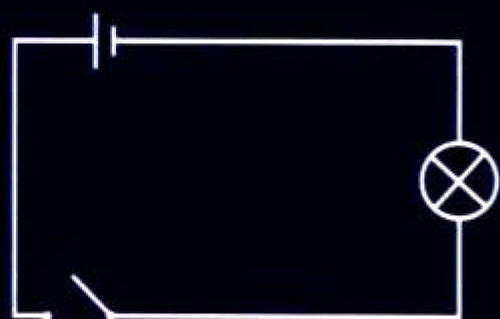
你是否产生这样的疑问：为什么一闭合开关，电灯就亮起来？电子怎么会那么快就从电力公司到达你的电灯呢？其实，在你闭合开关时，电力公司并没有产生电子并送到你处，电子存在于组成电路的所有导线中。当你闭合开关时，导线一端的自由电子就被拉过来，导线另一端的自由电子被推过去，因此，只要电路一接通，就有电子持续不断地在电路中流动。

绝缘体(insulator) 与导体不同，电荷不能在其中自由流动。**绝缘体中的电子被紧紧地束缚在原子中，不能自由移动**。橡皮、玻璃、沙、塑料和干木材都是绝缘体。

☑ **想一想**　*在导体中什么能自由移动？*

探索 电路

你的周围到处都是电路，你可能对它们已经熟视无睹，没有多加思考。电路有一些基本的特征。



这个电路图表示下面照片中给出的电路，一些特定的符号表示电路中相应的元件。

电路符号



电池

电源使得电荷沿电路流动。

电阻

像灯泡、电器和计算机等设备把电能转化成了其他形式的能。这些设备中存在电阻。

开关

开关用来断开和闭合电路。闭合时，电路就被接通；断开时，电路就被分断。线路被断开，电荷就不能通过。

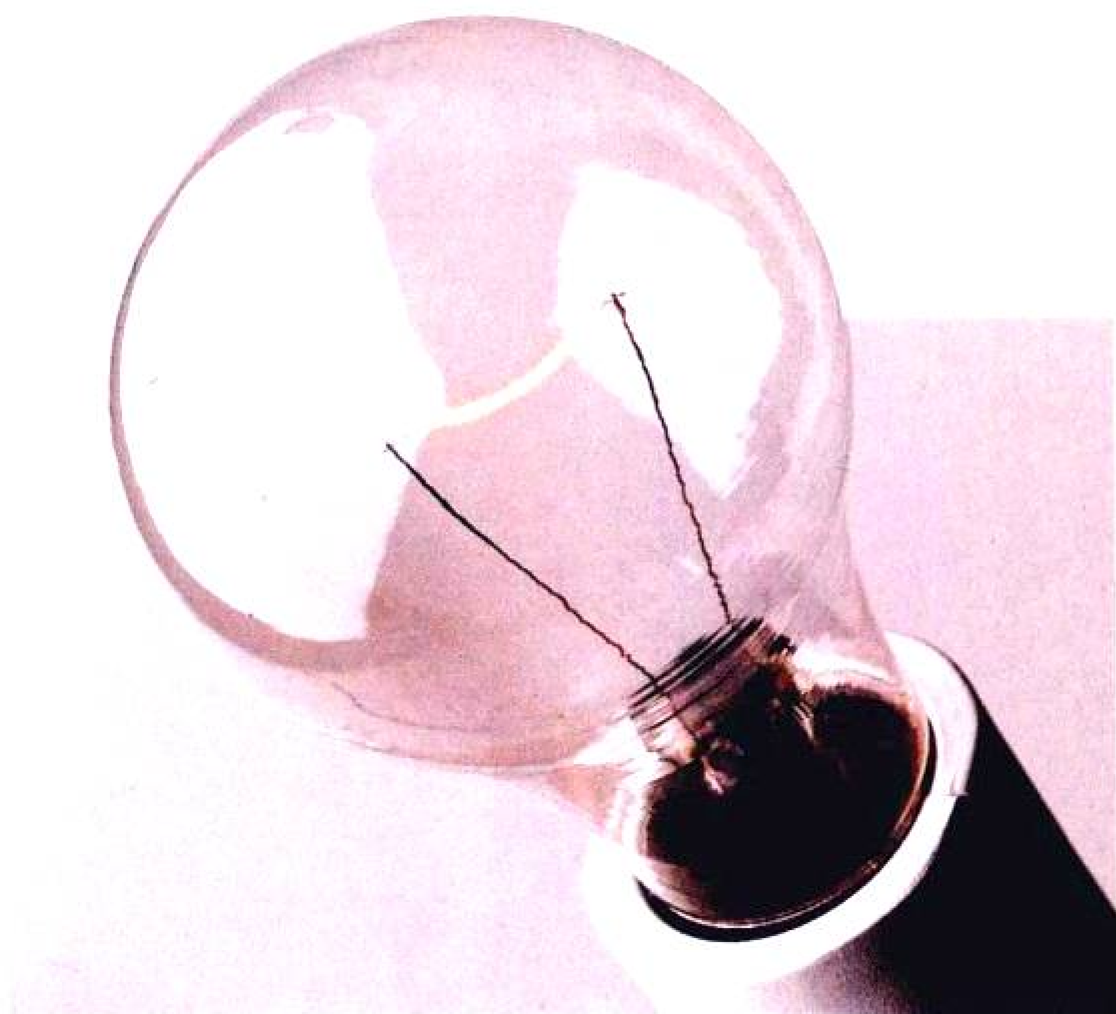


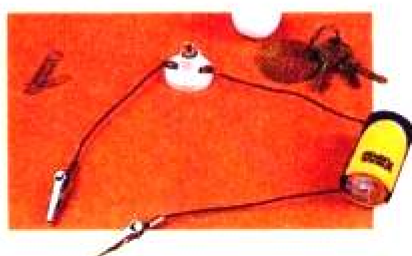
图1-20 电流通过灯泡中的钨丝。因为阻碍电荷流过，钨丝越来越热，直至发光。

增进技能

分　类　活动

收集一些物品，如钥匙、泡沫塑料、铅笔芯、铝箔、蜡纸及回形针等。想一想，哪些是导体。

1. 取三根两端剥去绝缘层的长10厘米的导线。



2. 如图所示，用导线、小电珠、1号电池及两只鳄鱼夹，连接成一个电路。
3. 在两个鳄鱼夹之间夹入一个物品测试，观察小电珠的发光情况。对每一个物品都做一次测试。

哪些物品是导体？哪些物品是绝缘体？你是怎么知道的？

电　阻

电荷通过一个电路时，必定通过电阻器。**电阻器(resistor)**阻碍电荷流动，就要消耗电能。导体对电荷运动的阻碍作用，叫做**电阻(resistance)**。

一种材料的电阻取决于该材料的原子结构。设想我们要穿过一个有人的房间。如果房间里的人很少，你就可以很容易地通过，不撞到任何人。如果房间里挤着很多人，你就会撞到别人。与此类似，一个电子移动时会撞到材料中的其他粒子。每一次碰撞，都使电子的一些能量转化成热能(可感觉到热)或光能(可看到光)。碰撞越多，电子能量转化成其他能就越多。

灯泡　托马斯·爱迪生研制灯丝时就利用了电阻。爱迪



与技术科学的综合

生用许多材料做实验，他要找的材料，必须既能导电，又有足够大的电阻，以便通电时能热起来并发光。爱迪生试验过棉线、铜丝、蚕丝、碎玉米壳，甚至头发。直到他用竹片烧成的炭做实验，才取得成功。最后，他用钨丝取代了竹炭。金属钨能产生足够的热并发光，而本身不会熔化。

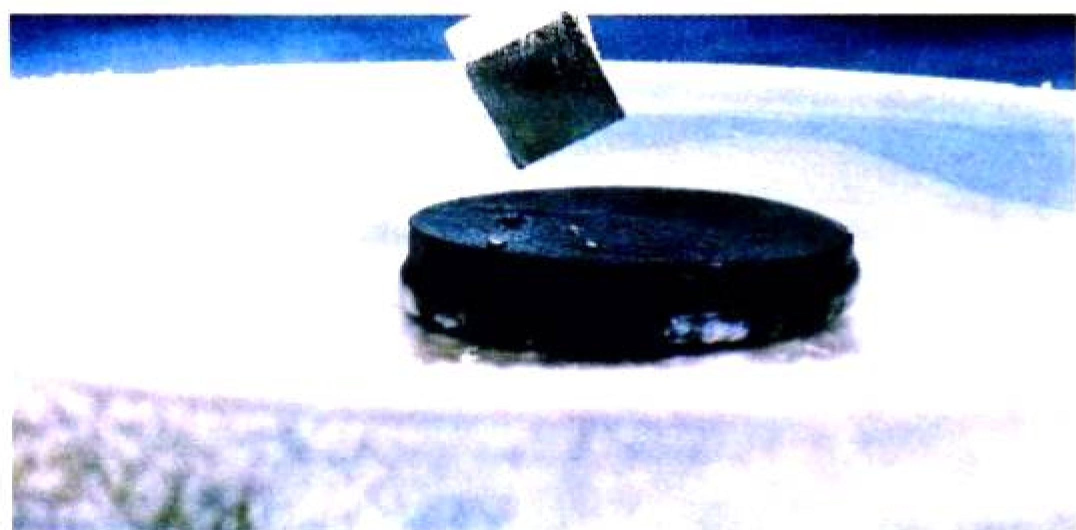


图1-21 超导体的磁场排斥正方体磁体，这样，正方体就漂浮在超导体上方，这种现象很像第一节中提到的磁悬浮列车。

超导体 科学家已经发现，一些材料在极低温度下可变成超导体。**超导体(superconductor)**是一种没有电阻的材料。超导体与普通导体有非常大的不同。由于没有电阻，电流通过超导体时，就没有能量的损失。利用超导体制成的导线可以降低电能的损耗，提高电能的利用率。正如图1-21中所示的那样，超导体对磁体有强烈的排斥作用。但超导体作为磁体的应用却受到限制，因为强磁场会破坏物质的超导性，使它重新变成普通导体。

超导体的最大问题是需要非常低的温度。现在已经发现一些新的材料，在相对较高的温度下也能变成超导体。目前，科学工作者正在研制实用的超导体。



第三节复习

1. 电和磁有什么联系？试加以说明。
2. 导体和绝缘体有什么不同？各举一个例子说明。
3. 什么是电路？
4. **理性思维** **因果推理** 放在通电导线附近的指南针为什么会改变指向？切断电路，指南针会发生什么变化？

课题 1

检查进度

用一节1号电池和一条长约12米的绝缘导线，为你的起重机构造一个电路。你的起重机还需要制作一只开关来关闭电路。我们可以把导线的一端用胶布粘在电池的一极上，然后用导线的另一端去触碰电池的另一极。试再想出一种更灵活的控制起重机的方法。

动手做

制作手电筒

假设你在密林中野营，周围各种响声不断传进你的帐篷里，忽而沙沙声四起，忽而砰啪声大作。这个时刻，你最需要的工具可能就是手电筒了。你是否研究过手电筒？它是如何工作的？



问题

怎样利用电池制作手电筒？

技能

建立模型、观察、推理

材料

一个纸筒	一节1号电池
小电珠	铝箔
纸杯	胶带
剪刀	

两根长约10厘米、两端分别剥去大约2厘米绝缘层的导线

一根15~20厘米长、两端剥去绝缘层的导线

步骤



1. 将1号电池装在纸筒里，检查大小是否合适，在筒的一侧靠近筒的中间，相隔大约2~3厘米打两个孔。
2. 用胶带将一根10厘米长的导线和电池上的一极连接起来，把导线的另一端连接在手电筒的小电珠上。

   提示：一般小电珠都有底接触点和边接触点。如果没有明显的边接触点，试一试接触小电珠的底座边缘。
3. 在纸杯内衬上铝箔。用铅笔在纸杯的底部刺一个孔，这个孔要比小电珠略小一些，但能让小电珠的底部通过。
4. 将小电珠的底部插入孔中，牢牢地固定住。
5. 把那根长导线从纸筒侧面的一个孔穿进去，用胶带把它粘贴到筒的里面，留出2厘米在筒的外面。导线在筒里的那一端要伸到纸筒的底部。
6. 将电池放入纸筒中，并把粘贴到电池底部的这根导线从筒侧的另一个孔穿出(保证筒外的两根导线能相接触)。
7. 用胶带像吊索那样把电池悬挂固定在筒中。

8. 把纸筒底部的导线连接到灯泡的接触点上。
9. 把纸杯粘接在纸筒顶部，保证所有的连接点都连接稳固。
10. 把那两根未连接的导线头连接在一起，看看灯泡是否发光。如果没有发光，检查一下所有的连接点是否接触良好。

分析与结论

1. **推理** 用铝箔衬在纸杯内侧，目的是什么？
2. **得出结论** 电池以什么方向放入纸筒会影响实验结果吗？为什么？
3. **建立模型** 为什么要使小电珠发光，导线必须连接到小电珠的两个接线点上？
4. **得出结论** 怎样使你的小电珠更亮些？怎样使你的手电筒更加牢固？
5. **观察** 比较你制作的手电筒和工厂生产的手电筒，解释它们之间的不同之处。
6. **交流** 为你的手电筒设计更方便的开关。你可以用回形针、黄铜扣、铝箔等等材料。在老师检查过你的设计以后，再制作和试验开关。

实验设计

人们为了不同的目的而使用不同类型的手电筒。有的细小灵巧，有的硕大结实。比较几个不同类型的手电筒，分别进行描述，记下它们的电池型号和数量、开关的型号以及你所观察到的其他特征。指出每一种手电筒的优点。然后基于你的观察，设计出一种符合某种需要的新型手电筒。



SECTION 4

电磁铁

探 索 **活 动**

怎样使磁体的磁性时有时无

1. 把一根1米长导线紧密地绕在一枚铁钉上，至少绕25圈。在导线的两端各留下大约15厘米。
2. 把导线的一端连接到1号电池的一极上。
3. 将导线的另一端接触电池的另一极。

   注意：不要使开关闭合超过2~3秒，否则导线会过热。
4. 电路接通后，拿一只回形针靠近铁钉。
5. 重复步骤3和步骤4，每一次增加一枚回形针，观察实验现象。

思考

定义 你制作的设备叫做电磁铁。它和条形磁体比较有什么不同？结合观察，给电磁铁下个定义。

阅读指南

◆ 电磁铁有什么特征？

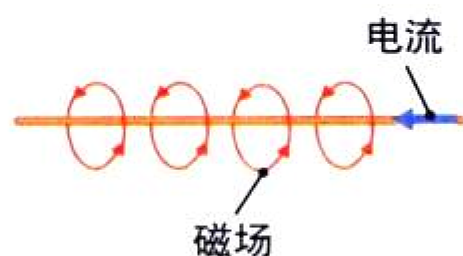
阅读提示 在阅读之前，先看看插图，记下对于这些插图的所有问题。阅读完这一节后再回答这些问题。

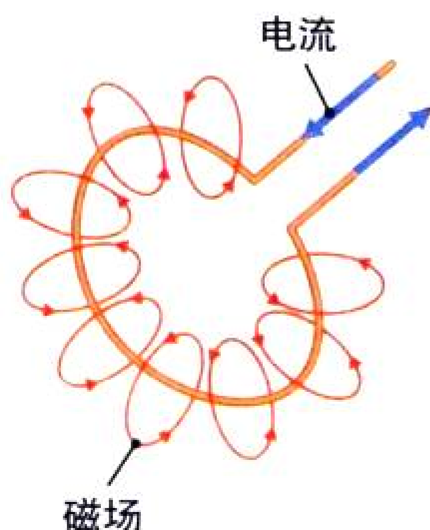
在第三节中我们已经知道，导线中的电流在导线周围的空间产生磁场。通过开、关电路，我们就可以控制磁场的有无。因此，利用电流制作磁体，可以得到一个可控磁场。

通电螺线管

通电直导线产生的磁场，在导线的周围形成圆柱形状。如果将导线绕成一个圈，磁感线就在这个圈中变成一束。你可以通过图1-22中的铁屑看到这个现象。随着圈数的增加，磁场的强度也增大。把导线圈数增加一倍，导线圈中磁

图1-22 通电导线周围的磁场以导线为中心排成一串圆圈。









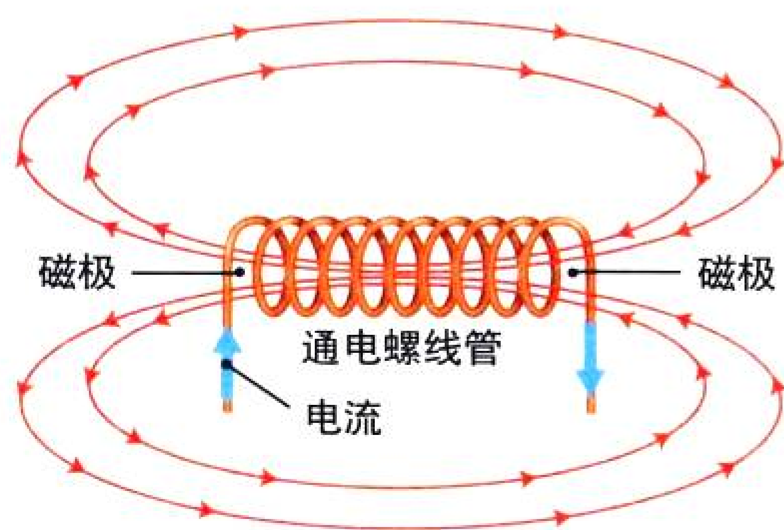


图 1-23　通电螺线管周围的磁场与条形磁体周围的磁场相似。

比较　*通电螺线管与条形磁体有什么不同?*

感线的条数就增加一倍。

要是把通电导线绕成一个线圈，那么线圈中心的磁场就增强，线圈的两端相当于条形磁体的两个磁极。如图1-23所示，一个有许多匝数的通电线圈叫做**通电螺线管(solenoid)**。通电螺线管产生的磁场可以通过控制电流的通和断来打开和关闭，而且通电螺线管的南北极随着电流方向的改变而改变。

增强磁性

如果在螺线管中插入铁芯，通电螺线管产生的磁场将大大增强。我们已经知道，把铁芯放入螺线管产生的磁场中，铁芯将被磁化成磁铁。一个有铁芯的螺线管叫做**电磁铁(electromagnet)**。电磁铁的非永久性磁场是由导线中的电流和磁化了的铁芯共同产生的。这样的合磁场比仅由电流单独产生的磁场要强数百倍，甚至数千倍。**电磁铁是一种可以开关的强磁体。**

电磁铁非常适合于用来提举笨重的废钢铁。你见过层层叠叠堆放的废旧小汽车吗？它们被压扁，切割成较小的钢铁碎片以后，就可以由起重机上强大的电磁铁吸起。闭合起重机开关，电磁铁通了电，便提起钢铁碎片。起重机把这些碎片搬到别的位置，再切断开关，碎片就从电磁铁上掉下。

想一想　***什么是通电螺线管?***

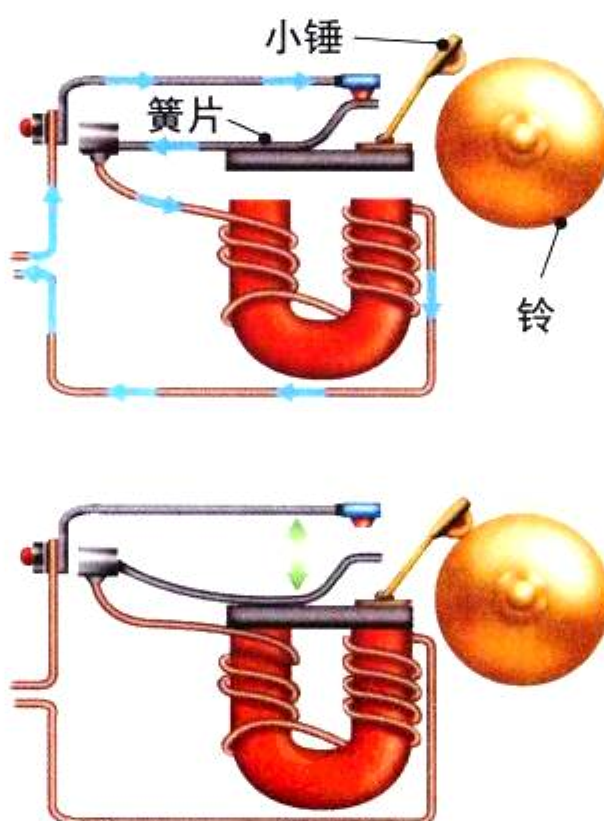
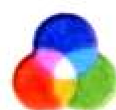


图 1-24　电铃内也有电磁铁。当电流流过电路时，线圈就像磁铁一样产生磁性，簧片上的铁条被吸到电磁铁上，小锤就敲打铃。同时，电路中断，簧片弹回到初始状态，电路又接通，重复上述过程，电铃发出断断续续的声音。

增强电磁铁的磁性

增强电磁铁磁性的方法很多：可以增大螺线管中的电流，也可以增加螺线管中线圈的匝数，把螺线管的线圈绕得更紧密些，还可以用性能更强的铁磁性材料作铁芯。

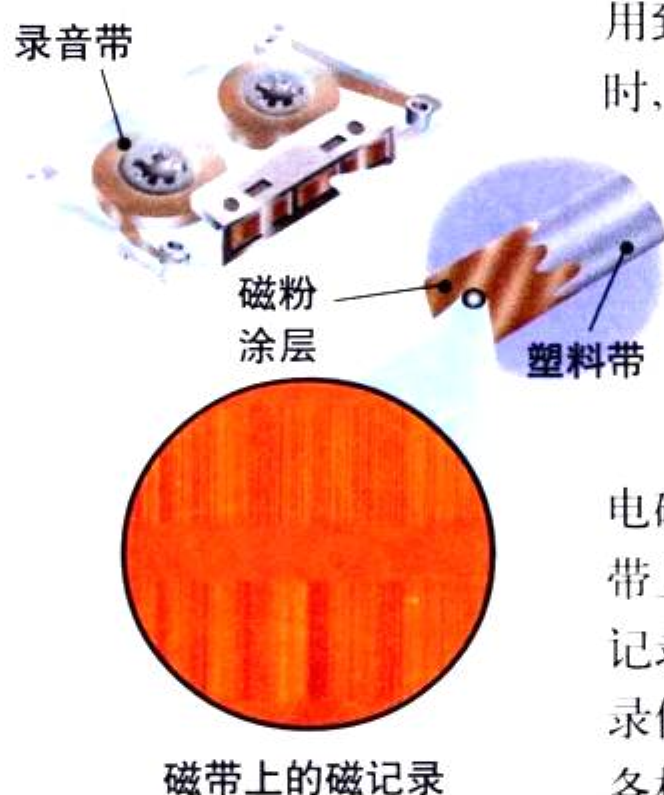
磁记录


与技术科学的综合

当你用录音带、录像带、计算机磁盘或信用卡记录信息时，你会用到电磁铁。拿录音机的录音来说，当你对着话筒讲话时，声音的振动被转化成一种电流，它随着声音的变化而变化，并通过录音机录音磁头的电磁铁产生变化的磁场。

录音带是塑料做的，上面涂有一层薄薄的磁粉，录音磁头上电磁铁产生的磁场可以将磁粉磁化。当录音带经过电磁铁时，磁粉或多或少被电磁铁磁化，其磁化强度随磁场强度的变化而变化，磁带上磁性的分布图成了你声音的编码。当你放磁带时，记录的编码又被转换回你的声音。同样，电磁铁被用在录像带上记录图像和声音，用在计算机磁盘上记录各种各样的信息。

图 1-25 显微图显示出录音磁带上磁畴的分布情况。





第四节复习

1. 用你自己的话描述电磁铁。
2. 电磁铁与永久磁体有什么不同？
3. 电磁铁有哪些用途？
4. **理性思维** **预测** 拿一块强磁体靠近计算机或录音带，会损坏记录的信息吗？为什么？

课题 1

检查进度

用一根有绝缘层的导线绕在一枚或多枚铁钉上制成一个电磁铁。把导线的两端接到一个装有开关的电路上，把电磁铁放进一堆回形针中，看看一次能吸起多少枚回形针，就可检验你做的电磁铁的磁性强度。每一次改变一个变量，试试电磁铁的磁性怎样改变。

SECTION 1 磁的性质

知识要点

- 异名磁极互相吸引，同名磁极互相排斥。
- 磁场存在于磁体周围的空间，并对放入其中的磁体产生磁力作用。
- 磁畴是磁场排列成一个方向的许多原子形成的一个区域。
- 要使一个物体得到磁性，大多数磁畴必须沿同一方向排列。

关键术语

磁性　原子核
磁极　质子
磁场　电子
磁感线　磁畴
原子　铁磁性材料
元素　永磁体

SECTION 2 磁性的地球

与地球科学的综合

知识要点

- 地球有一个磁北极和一个磁南极。
- 指南针可以用来确定方向，因为指南针总是指向地球磁极的方向。
- 地磁两极位置和地理两极位置并不完全相同。
- 地磁层是被太阳风压偏了的地磁场。

关键术语

指南针　太阳风
磁偏角　地磁层
范艾伦带　极光



SECTION 3 电流和磁场

知识要点

- 电流由电荷的定向移动形成。
- 电流产生磁场。
- 电流流过一个封闭的回路叫做电路。
- 容易导电的物体叫做导体，不容易导电的物体叫做绝缘体。
- 电阻阻碍自由电荷通过导体。

关键术语

电荷　绝缘体
电流　电阻器
电路　电阻
导体　超导体



SECTION 4 电磁铁

知识要点

- 由于电流通过线圈，螺线管就产生磁场。
- 电磁铁是含铁芯的螺线管。
- 决定电磁铁磁性强弱的因素是：电流的大小、线圈的匝数、导线绕的紧密程度、磁铁芯的材料。

关键术语

通电螺线管　电磁铁



活 动

相 关 网 站

www.science-explorer.phschool.com

复习题

选择题

选择最佳答案。

1. 磁力能作用到的区域叫 ____。
   a. 力线　　b. 磁极
   c. 磁场　　d. 引力场
2. 下列属于铁磁性材料的是 ____。
   a. 塑料　　b. 木材
   c. 铜　　d. 铁
3. 第一个提出地球像一块磁体的科学家是 ____。
   a. 安培　　b. 奥斯特
   c. 吉尔伯特　　d. 哥伦布
4. 地磁场存在的区域叫 ____。
   a. 大气层　　b. 平流层
   c. 极光　　d. 地磁层
5. 含有铁芯的通电螺线管叫做 ____。
   a. 铁磁体　　b. 电磁铁
   c. 指南针　　d. 磁悬浮列车

判断题

如果叙述正确，写“T”；如果错误，写“F”，并修改划线部分。

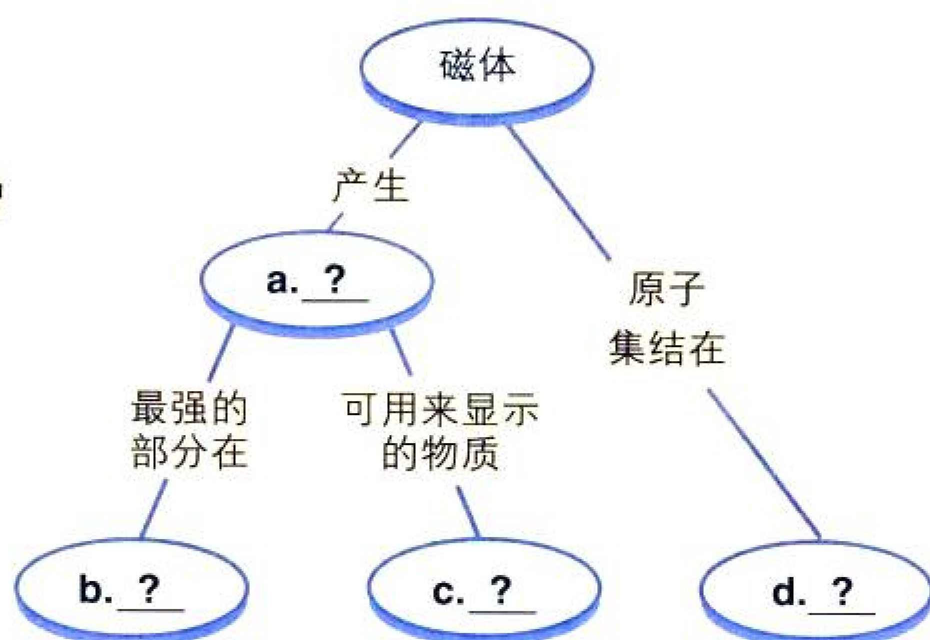
6. 同名磁极互相排斥。
7. 自然界中被发现的磁矿石叫铂。
8. 指南针的 N 极指向地理北极的方向。
9. 电路是一个磁畴能流过的闭合回路。
10. 你可以通过增加线圈的匝数来增强电磁铁的磁性。

简述题

11. 试解释，如果你把一块磁铁分割成两半，为什么不是每一半磁体中只剩一个北极或一个南极？画图说明。
12. 怎样用磁性材料制造磁体？
13. 地球像怎样的一个磁体？
14. 什么是极光？极光是怎样产生的？
15. 当把指南针放在通有电流的导线附近时，为什么指针会改变方向？
16. 导体和绝缘体有什么不同？分别举两个导体和绝缘体的例子。
17. 画一个简单的电路，标出并定义电路的基本元件。
18. **科技写作** 你是否想过发明一台家电，替代人来从事繁琐的家务？现在给你一次机会，说说哪件家务，想一想如何用电磁铁来完成这项工作。设计要有新意。

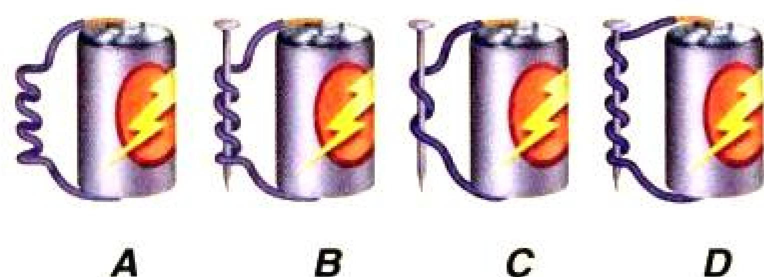
形象思维

19. **概念图** 把下列这个关于磁学的概念图抄到另一张纸上。然后完成概念图并加上标题。(关于概念图的更多知识，见技能手册)



运用技能

观察下面四个电磁铁的图，回答20～22题。



20. 预测 装置*A*和装置*B*哪一个产生的磁场强？装置*B*和装置*C*哪一个产生的磁场强？为什么？

21. 控制变量 哪一块电磁铁的磁性最强？为什么？

22. 实验设计 在不改变线圈匝数的情况下，你如何改变电磁铁的磁性？

理性思维

23. 解决问题 卡西亚借了哥哥的磁体。归还时，这块磁体几乎没有磁性了。卡西亚可能对这块磁体做过什么了？

24. 对比 磁化了的铁棒和未磁化的铁棒有什么不同？

25. 得出结论 为什么一个没有经验的探险者使用指南针也可能迷路？

26. 因果关系 为什么断开电路中的开关，电流就停止流动？

27. 应用概念 电磁铁用起来和永磁体有哪些不同？

28. 推理 指南针的N极总是指北，除非有磁体放在指南针附近，指南针才会改变指向。指南针的指针会被条形磁体吸引或排斥。据此，你能推断是地磁场的磁性强，还是条形磁体的磁性强吗？

第1章复习

学习评估

课题1 总结

成果展示 测试你制作的电磁铁。找两个塑料的牛奶容器，切掉顶部。试试把回形针从一个容器移动到另一个容器，为比赛作好准备。接下来全班进行一分钟钓回形针比赛。比较一下谁设计的装置最成功。

思考与记录 巡视同学们的设计装置，说说其中做得好的有什么特点。哪种开关设计得最容易操纵？磁性最强的磁体是怎样得到的？

实践活动

在社区 说说你如何从学校到达你家附近的三个不同地点，如商店、公园、湖、电影院或体育馆等，到达这些地点必须经过几个转弯。你的说明中应当包括指南针的指向、距离和路标。在你写的说明中，要解释怎样使用指南针。把地图给同学，看看你的同学能否根据你的上述指引到达目的地。

第二章

电荷和电流

主要内容

SECTION 1 电荷和静电

探索　不碰到铝罐，能不能使它动起来
增进技能　得出结论
试一试　电火花
技能实验室　验电器

SECTION 2 电路的测量

探索　怎样测量电流
试一试　下倾的水管
增进技能　计算
技能实验室　制作调光开关

SECTION 3 串联电路和并联电

探索　小电珠会继续发光吗
增进技能　预测

课题 2

设计报警电路

飞行员依靠仪器来了解飞机上所有部件的工作情况。这些仪器通过电路与各个部件相连。在这一章中，我们将学习关于电荷的一些知识，以及电荷与静电、电流的关系。我们还将学习电路的几种连接方式和安全用电常识。

本章的制作课题是，选择一个事件，如开关门窗等，设计一个电路，当这个事件发生时能自动报警。

课题目标 设计一个电路，当某一事件发生时灯泡会亮，实现自动报警。

你设计的电路必须：

- 用一节或两节1号电池作电源；
- 有一个开关，能辨别你所选的事件；
- 当开关闭合时，电灯发光；
- 遵守附录中的实验室安全守则。

课题准备 怎样设计一个开关以辨别事件是否发生？和同学讨论电路中两个导体有哪些连接方式，列出你们小组中的不同观点。

检查进度 在学习本章知识的同时，进行这个课题的研究。为了使你的课题按时完成，请在以下几个阶段检查你的进度。

第二节复习 第61页 设计一个探测开关，当事件发生时，能接通你设计的电路。

第三节复习 第67页 利用设计的探测开关，连接完成报警电路。

总结 在这章的最后(第75页)，展示你设计的报警电路图。

SECTION 4 与健康科学的综合 安全用电

探索 怎样使一根细钢丝熔断

电流使飞机驾驶舱里的仪表明亮发光，也使前面的飞机跑道清晰如昼。

SECTION 1 电荷和静电

探 索 **活 动**

不碰到铝罐，能不能使它动起来

1. 把一只空的铝罐，横放在地板上。
2. 吹大一个气球，然后拿气球在你的头发上来回摩擦几下。
3. 使气球保持与铝罐 3、4 厘米距离。
4. 慢慢移动气球，使其渐渐远离铝罐，观察发生的现象。
5. 把气球移向铝罐的另一侧，并观察发生的现象。



思考

推理 铝罐发生了什么现象？根据观察你能得出什么结论？

阅读指南

- 电荷是怎样相互作用的？
- 静电和电流有什么不同？
- 在静电放电过程中电子是怎样移动的？

阅读提示 在你看内容之前，先看标题，把它们列成提纲记录下来，在阅读过程中加以充实。

当你忙着穿衣准备上学去的时候，另一只袜子找不到了。你赶紧到干净的衣服堆里去找。所有的地方都找遍了，还是没有找到。袜子会在哪里呢？应该不会勾在烘干机上吧？哦哦，在这里呢！姐姐发现你的那只袜子粘在了她的衬衫上。是什么使得袜子和衣服粘在一起了？答案是与小小的电荷有关。

电荷的类型

原子中带电荷的是电子和质子。当两个质子靠近时，它们相互排斥。如果一个质子和一个电子靠近，它们就相互吸引。

为什么质子和质子互相排斥，而质子与电子互相吸引呢？原因是它们带有不同的电荷。质子和电子带有相反的电荷，质子带的电荷叫做正电荷，电子带的电荷叫做负电荷。



图2-1 电荷之间的相互作用使女孩的头发竖了起来。

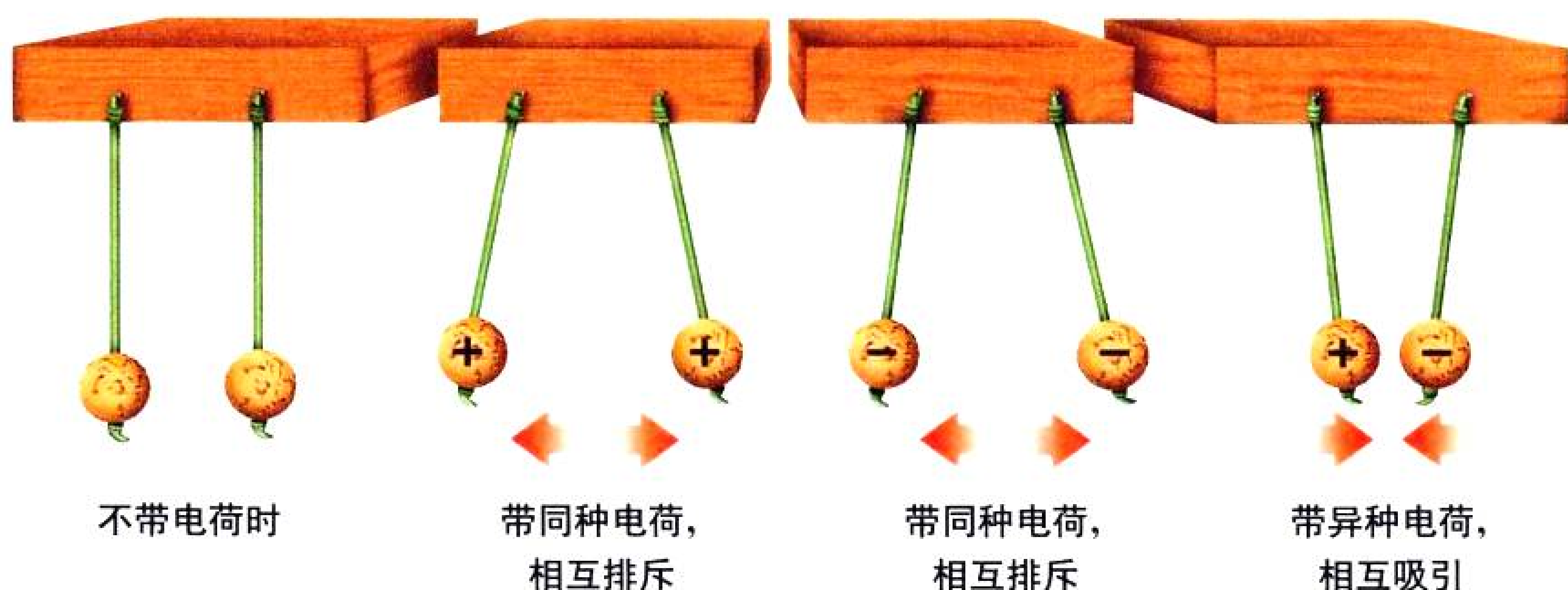


图2-2 带电物体存在相互作用的力，它们要么相互吸引，要么相互排斥。

图解 *电荷间相互作用的规律是什么？*

在18世纪，本杰明·富兰克林把电荷命名为正电荷、负电荷，并被科学家延用至今。

电荷间的相互作用

两种类型的电荷以特定的方式发生相互作用。**同种电荷相互排斥，异种电荷相互吸引。**

这个规律听起来是不是很熟悉？这个规律和磁极间的相互作用规律相似。即同名磁极相互排斥，异名磁极相互吸引。

电荷与磁极间有一个很重要的区别。我们知道，磁极不会单独存在，只要有南极，必定有北极。而正负电荷却能单独存在，换句话说，即使没有正电荷，负电荷也能存在。

想一想 ***电荷间的相互作用与磁极间的相互作用有什么相似之处？***

电　场

电荷像磁极那样能远距离施加力的作用。一个电荷通过它周围的**电场(electric field)**来对其他电荷施加力的作用。电场从每一个带电粒子向外伸展。

当把一个带电荷的粒子放在另一个带电荷的粒子的电场中时，它们要么相互排斥，要么相互吸引。如果两个粒子带的电荷相同，则相互排斥；如果两个粒子带的电荷相异，则相互吸引。

增进技能

得出结论 活动

1. 把薄纸撕成碎片或用打孔机打成小圆片。
2. 用一把塑料梳在你的头发上梳几下。
3. 把梳子靠近小纸片，不碰到小纸片，你会发现什么现象？

有关梳子和纸片上的电荷情况，你能得出什么结论？

单个电荷周围的电场 上一章中我们曾用磁感线来表示一个磁场的分布。同样，我们可以用**电场线（electric field line）**来形象地表示电场的分布。电场线上的箭头表示放在电场中的正电荷的受力方向。

图 2-3A 所示，靠近带电粒子处的电场线最密集，电场强度最大。离开这个电荷越远，电场强度越小。

多个电荷周围的电场 当存在两个或两个以上的电荷时，产生的电场就会发生变化。产生的电场取决于各个电荷的组合情况，图 2-3B 给出了电荷组合的两种电场分布情况。

 ***想一想*** ***电场中哪处电场最大？***

静电荷

既然物质都由能产生电场的带电粒子组成，那么为什么你不会被周围的物体——书、桌、钢笔吸引或排斥呢？这是因为每个原子具有同样数目的质子和电子，而且一个电子所带电荷与一个质子所带电荷数值相等，因此每一个正电荷被一个负电荷中和。正负电荷互相抵消，整个物体呈电中性，结果对外不存在电场力的作用。

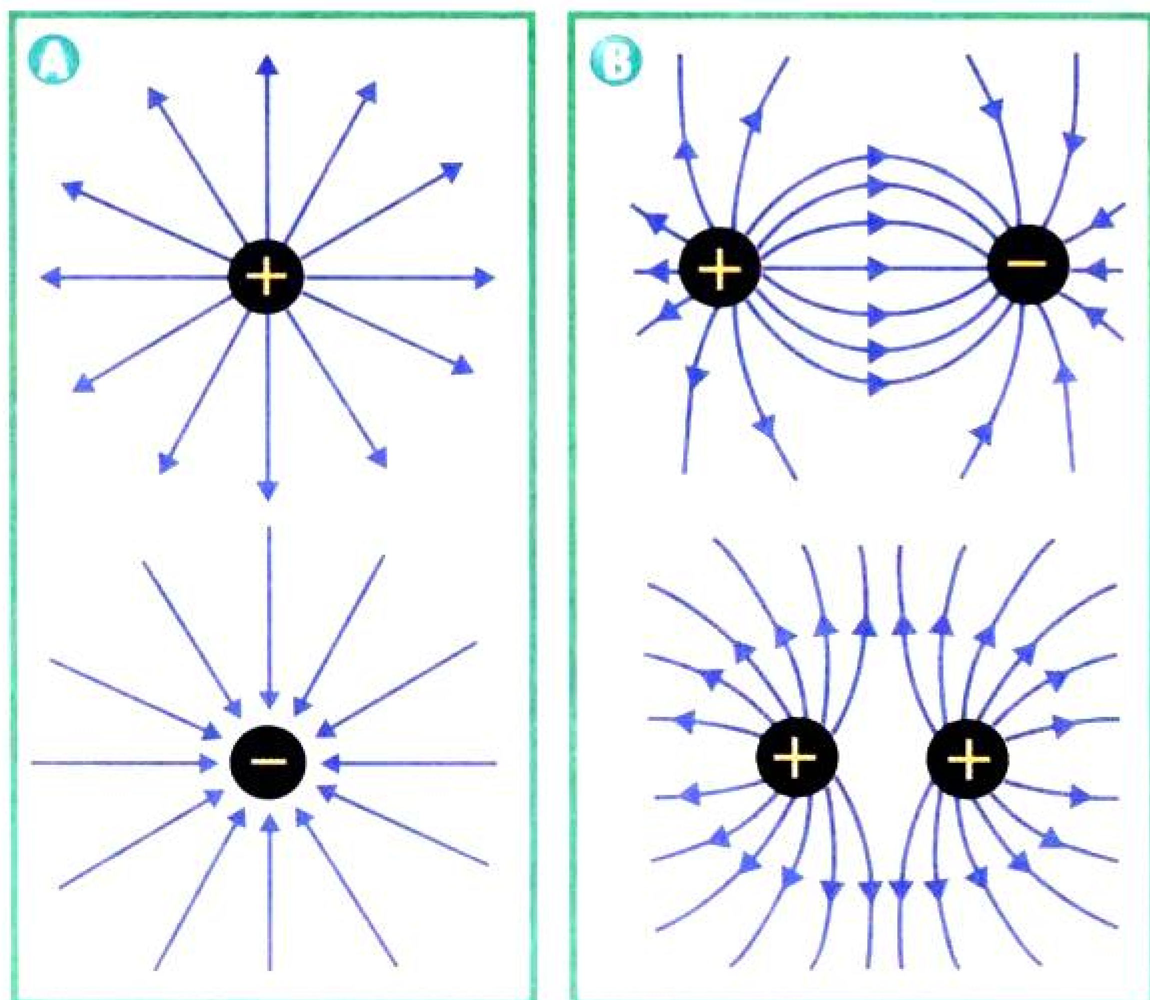
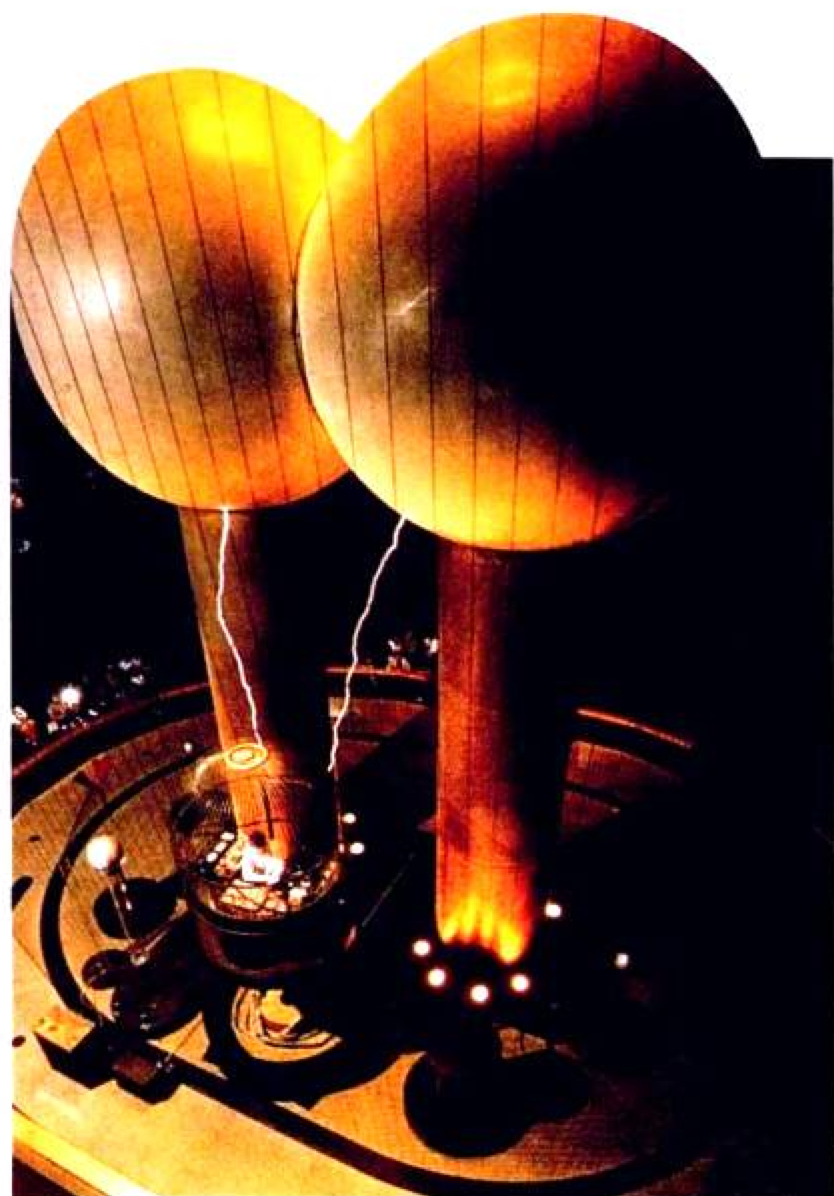


图 2-3 电荷能相互吸引或相互排斥。

A. 箭头显示一个正电荷排斥另一个正电荷、一个负电荷吸引一个正电荷。

B. 当两个带电粒子相互靠近时，两个带电粒子周围的电场都会发生变化。



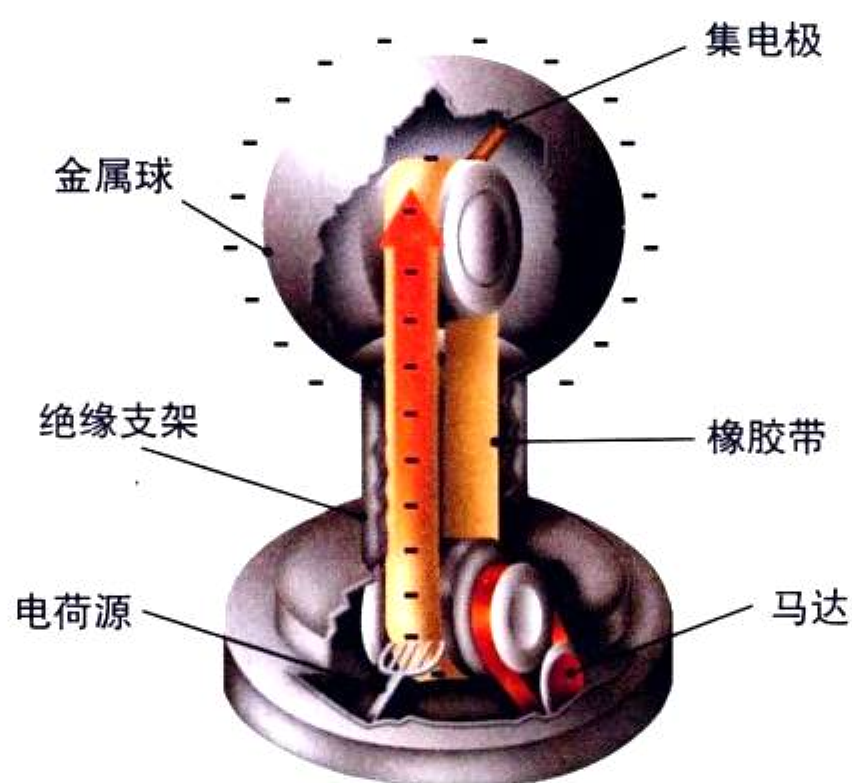


图 2-4 范德格喇夫起电机产生静电。电子通过橡胶带传递到金属球，集结到金属球上的电荷通过空气放电，足以产生好几米远的电火花。

带电体 质子被紧紧地束缚在原子核中，但电子有时能脱离原子。电子是否容易脱离原子而自由移动取决于材料。木材、橡胶、塑料和玻璃等绝缘体中的原子紧紧束缚着它们的电子。而在金、银、铜、铝这样的导体中，原子对它们的一些电子的束缚较弱，这些电子在导体中能自由地从一个原子的周围移动到另一个原子的周围。

一个电中性物体可以通过得到或失去电子而带上电荷。如果一个物体失去一些电子，那么物体中的质子（带正电荷）就比电子（带负电荷）多，整个物体带正电荷。反之，一个物体得到电子，那么物体中的电子就比质子多，整个物体就带负电荷。

在一个物体上电荷的聚集叫做**静电(static electricity)**。静电与电流不同，电流是电荷持续不断地流动。**在静电中，电荷能够增加，但不能持续流动。**

电荷转移 电荷究竟是怎样聚集的呢？要发生电荷聚集，必须使电荷从一个物体转移到另一个物体。电荷转移有三种方式：摩擦起电、传导和感应起电。**摩擦起电(friction)**就是通过摩擦使电子从一个物体转移到另一物体上。**传导(conduction)**就是通过与带电体的直接接触而使电子从一个带电体转移到另一个不带电的物体上。

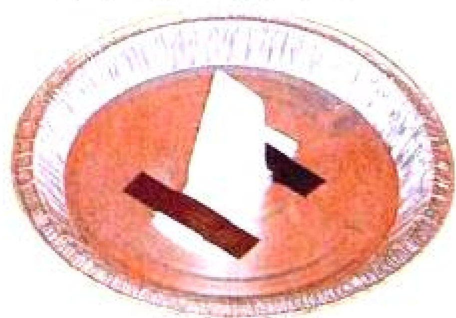
试一试

电火花



闪电是静电作用的结果，你自己也可以制造闪电。

1. 从一泡沫板中间剪一段3cm宽的带子。把它折叠成一个W字形，然后把它粘在一个铝馅饼盘的中央，当作把手。



2. 在你的头发上摩擦另一块泡沫板，然后把它倒过来放在桌子上。
3. 抓住把手提起这个铝盘。把这个铝盘提到离泡沫板30cm高处，并将它放到泡沫板上。
4. 现在，用你的手指尖慢慢地接触铝盘。注意不要碰到泡沫板，然后拿开你的手指。
5. 抓住把手再次提起铝盘，然后用你的手指尖慢慢地接触这个铝盘。

推理 你每次接触铝盘会观察到什么现象？怎样解释你观察到的现象？

感应起电(induction)是由于一个物体处在另一个带电体的电场中，而使得不带电的这个物体的不同部位之间发生电子运动。在“探索静电”中已用图来说明电荷转移的三种方式。

记住电荷不会被创造或消灭，如果一个物体失去电子，必定有另一个物体得到这些电子，电子只能从一个地方转移到另一地方。这个规律称为**电荷守恒(conservation of charge)**。

静电吸附 静电知识可以解释为什么烘干机里的衣服会粘在一起。在烘干机里，不同的面料相互摩擦，使电子从一种面料转移到另一种面料上，这样衣服就带上了电荷。一只带正电荷的袜子可能被吸附到一件带负电荷的衬衫上。

如果用一种柔和的布把每件衣服包起来，它们就不太可能粘在一起。当衣服在烘干机里上下滚动时，这种布给各件衣服之间增加了一个薄层，阻止电子从衣服上跑走，衣服就不会带电。

你能想出产生静电的一些情境吗？把剩余的食物放在一个塑料袋里，当你打开塑料袋时，塑料袋就带上了电荷。由于塑料袋是绝缘体，电荷不能通过它跑走，因此塑料袋就保留了电荷。当你把这个塑料袋放在一个容器上时，通过感应，容器边缘也带上电荷，塑料袋和容器带有相反的电荷，导致塑料袋吸附在容器上。

静电的一项应用就是复印。复印机工作时，先在硒鼓带上复制所要复印的图纸的负电荷。带电的图像吸起带正电荷的非常细的黑色粉末颗粒。然后硒鼓在带有负电的纸上转动，粉末颗粒就转移到纸上。最后，纸被加热以熔化粉末，粉末就粘在纸上了。

☑ **想一想** ***什么是电荷守恒？***

放 电

一个带有静电荷的物体不能永远留住所带的电荷。由于电子的运动，物体又会回到电中性状态。**当一个带负电荷的物体和一个带正电荷的物体放在一起时，电子会发生移动，直到两个物体带有相同的电荷为止。**电荷从一个带电体上跑出，使得静电消失的现象叫**放电(static discharge)**。

探索 静电

静电涉及一个物体上的电子转移到另一物体上。电子转移可以通过摩擦起电、传导和感应起电来实现。

摩擦起电

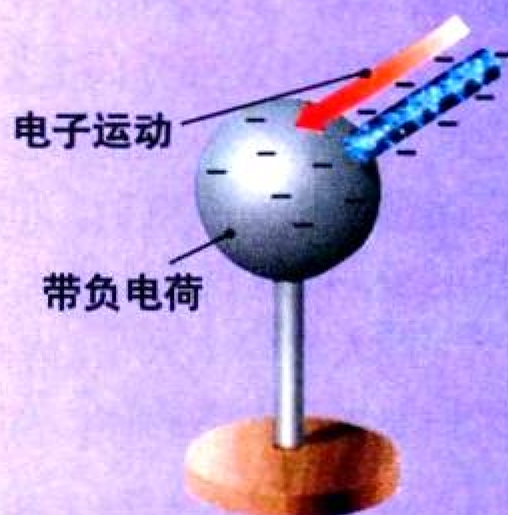
两个物体放在一起相互摩擦时，电子就从一个物体转移到另一个物体上，这就是大家所熟知的摩擦起电。

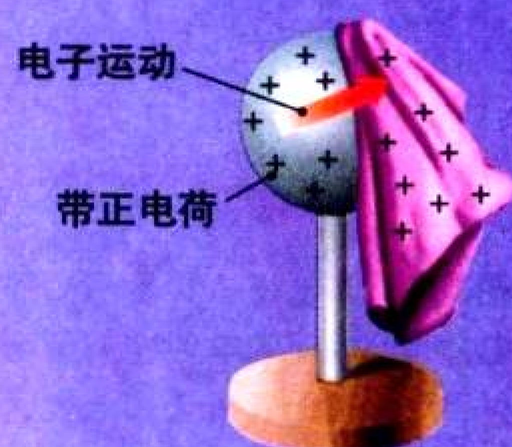




传导起电

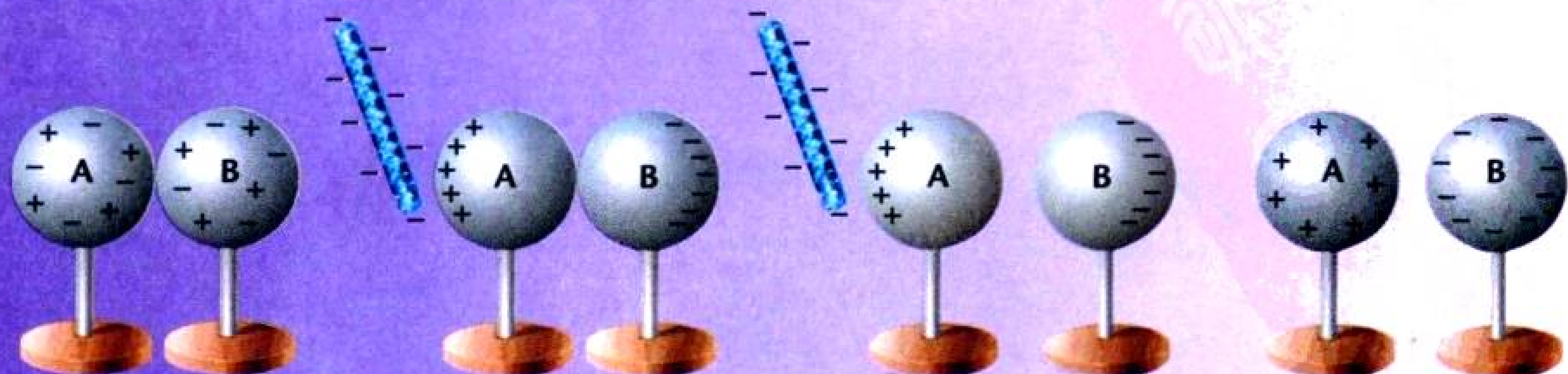
当带电荷的棒或布料碰到金属球的时候，电子通过直接接触转移到球上，这就是大家所熟知的传导。





感应起电

感应起电的过程中，带有电荷的棒没有直接接触两个金属球，两个金属球里的电荷重新排列而带电。



电中性

棒上的负电荷和球中的负电荷相互排斥

当两个球被分开时，它们就分别带了相反的电荷

移开带电荷的棒，留下两个带有电荷的球

湿度　如果你在衣服上摩擦一个气球，然后拿着气球靠近墙，气球可能会被墙粘住。但这个气球并不是每次都能粘在墙上。这是为什么呢？答案可能与天气有关。

在潮湿的天气里，空气中充满水分子。物体上多余的电子就被空气中的水分子带走。这样，气球上的电荷就有可能减少。

电火花和闪电　当你走过地毯用手握住门把手时，你是否曾感觉到电击？这种电击是静电中和的结果。走过地毯时，电子会从你的鞋底摩擦离去，这就使你带上少量的正电荷。当你碰到门把手时，电子从门把手转移到你的手指上，使你重新呈电中性。

闪电是强烈放电的例子，它产生一个巨大的电火花。雷雨时，空气猛烈涡旋，使得云里的水珠带上电荷。在图2-5中，电子集结到云层的底部。为了恢复电中性状态，电子必须从带负电荷的区域转移到带正电荷的区域。当电子转移时，就产生强烈的火花放电，你看到的火花就是闪电。

雷雨时大部分闪电发生在云层的不同区域或不同云层之间。但有些闪电能到达地表，这是因为云引起地表静电感应而带上相反的电荷，如图2-5所示。云层底部的负电荷排斥电子，使地表带上正电荷。如果电荷增加到足够多时，就产生巨大的闪电火花。火花在云层和地表之间跳动，或在云层和地表高大的物体，如树或建筑物之间跳动。

☑ ***想一想　你怎样才能从门把手上得到电击的感觉？***

图2-5　闪电是一种壮观的静电放电现象。闪电能在一朵云里、两朵云之间或云和地表之间发生。



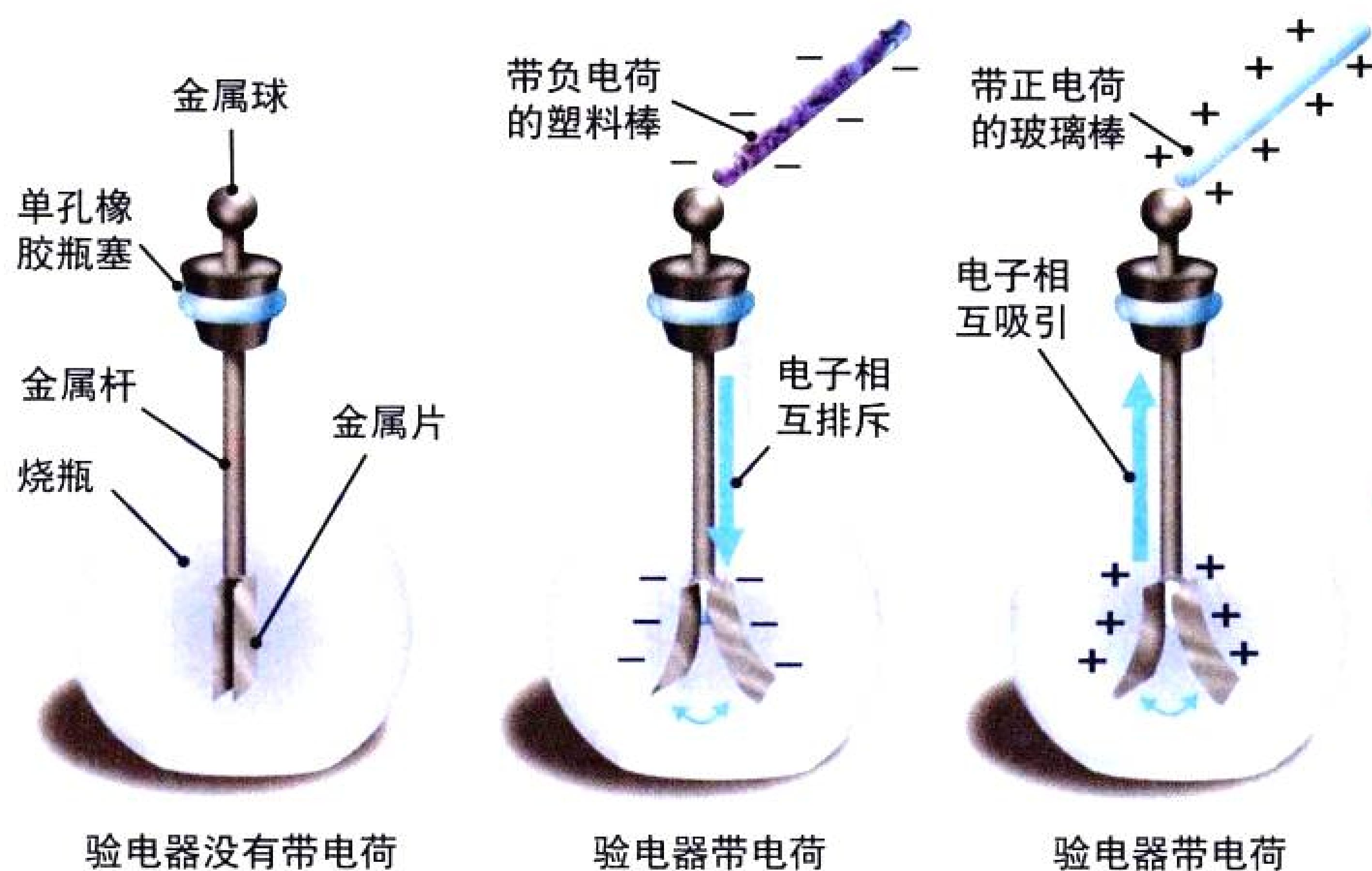


图2-6 验电器用来检验物体是否带有电荷。
因果推理 为什么当一个带正电荷或负电荷的物体接触金属球时，验电器上的金属片就张开？

电荷的检测

电荷是看不见的，但能被一种叫**验电器(electroscope)**的特殊仪器检测出。普通验电器顶部装有一个金属球，金属球与金属杆相连，在金属杆的底部是两片很薄的金属片（铝、银或金）。当验电器不带电荷时，金属片自然下垂。

当一个带电体接触到金属球时，电荷能沿着金属棒传入或传出金属片，金属片就带有电荷。由于带同一种电荷，两金属片相互排斥而张开。

不管被检验的物体带负电荷还是正电荷，验电器的金属片都会张开。因此，验电器不能用来判断电荷的种类。用验电器只能检测一个物体是否带有电荷。



第一节复习

1. 带相同电荷的粒子怎样相互作用？带相反电荷的粒子怎样相互作用？
2. 什么是静电？
3. 产生静电的方式有哪三种？
4. 放电是怎样发生的？
5. 利用验电器怎样检验物体是否带电？
6. 理性思维 对比 电荷与磁极有什么相似？有什么不同？

身边的科学

把一个气球在你的头发上摩擦几下，再拿到你的一个手臂旁。然后把你的另一手臂放到开着的电视屏幕前。要求你的家人解释为什么手臂上的汗毛会被气球和屏幕吸引而竖起来。这个现象可以证明气球和屏幕都带有电荷。

技能实验室

提出假设

验电器



问题

1600年威廉·吉尔伯特首先描述了验电器这种仪器。为什么验电器会转动?

技能

观察、预测、分类

材料

泡沫杯　塑料泡沫盘　铅笔

铝箔　羊毛面料　纸　剪刀

步骤



第一部分　铝箔验电器

1. 剪大约3cm × 10cm的一片铝箔。
2. 在铝箔长和宽两个方向上轻轻地对折铝箔，把这片铝箔条做成篷状。
3. 将一支铅笔从一个倒置的泡沫杯的杯底穿出。如图，把铝箔的中点放在铅笔尖上，使铝箔平衡。

   提醒: *不要让铅笔尖刺伤你的皮肤。*
4. 将下列记录表抄在你的本子上。
5. 如果把一只泡沫盘靠近铝箔，预测会发生什么现象？先把你的预测写在记录表中。
6. 如果你拿一只被羊毛面料摩擦过的泡沫盘去靠近铝箔，预测会发生什么现象？把你的预测写在记录表中。
7. 如果你把已经跟泡沫盘摩擦过的羊毛面料靠近铝箔，预测会发生什么现象？再次把你的预测写在记录表中。
8. 检验你的三个预测。把你观察到的结果记录在记录表中。

第二部分　纸片验电器

9. 如果用一张纸片来代替上面的铝箔制作验电器，将会发生什么现象？参照步骤5、6、7作出预测并记录在记录表中。

记　录　表

	没有摩擦过的泡沫盘	摩擦过的泡沫盘	摩擦过的羊毛面料
铝篷：预测			
铝篷：观察			
纸篷：预测			
纸篷：观察			

10. 检验你的预测并把你观察到的结果记录在记录表中。

分析与结论

1. **推理** 实验开始时，铝箔是带负电荷、正电荷还是电中性的？为什么？
2. **预测** 参照步骤5、6、7中记录下来的预测，解释提出这样预测的理由。
3. **观察** 观察到箔片的运动情况与步骤5、6、7中提出的预测相一致吗？根据你的观察结果来加以解释。
4. **分类** 步骤5、6、7中泡沫盘的作用是否不同？如果不同，那么识别泡沫盘上产生电荷的过程，即是摩擦起电、传导起电还是感应起电的过程。
5. **分类** 步骤7中产生电的过程是摩擦起电、传导起电还是感应起电的过程？解释摩擦过的羊毛面料靠近箔片时所发生的现象？
6. **预测** 解释你提出的与纸片验电器相关的预测的理由。
7. **观察** 观察到纸片的运动情况与步骤9中提出的预测相一致吗？根据你的观察结果来加以解释。
8. **得出结论** 第二部分实验过程和结果跟第一部分实验过程和结果大体上相类似吗？利用摩擦起电、传导起电或感应起电来加以解释。
9. **控制变量** 根据这个实验，当用验电器来检验泡沫盘或羊毛面料时，为什么要避免泡沫盘或羊毛面料跟其他物体相接触？
10. **交流** 一个做过这个实验的学生认为验电器可以用来检验一个物体是带有正电荷还是带有负电荷。你同意这个学生的观点吗？写封e-mail给这个学生，说明你的理由。

实验设计

除了泡沫和羊毛面料外，还有什么材料会对验电器有作用？还有什么材料可以用来制作验电器？设计实验来检验这种特殊材料，看一看它们的效果怎样？在你进行实验之前应得到老师的同意。

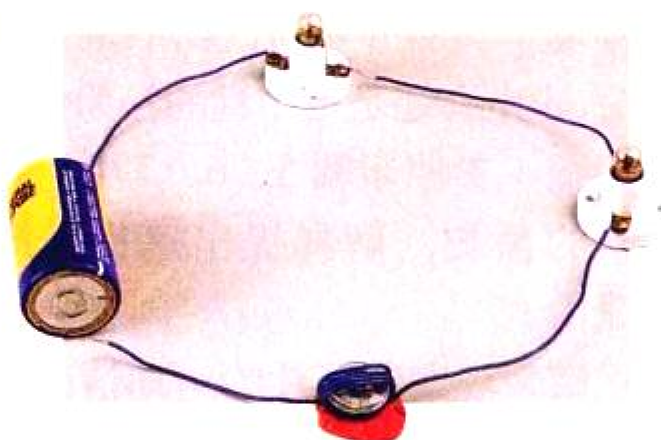


SECTION 2

电路的测量

探 索 活 动

怎样测量电流



1. 取4根两头去了绝缘层的导线，每根约25cm长。
2. 如图所示，用一根导线在指南针上绕四圈，并用胶带把它固定在适当的位置上。
3. 如图所示，用其余的导线、绕有导线的指南针、两只小电珠和一节1号电池连成一个电路，调整指南针使导线正好在指南针指针的上方。
4. 务必使指南针保持水平，如果指南针所处位置不平，可以垫上一块黏土把它放平，以便使指针能自由转动。
5. 电路接通后，观察指南针指针的偏转情况，记录指针转过的度数。
6. 在电路中连一只小电珠重新做一次上面的实验。不连小电珠再做一次实验。记录指针转过的度数。

思考

推理 观察指南针的偏转情况，什么时候指南针的偏转最大？如何解释你所观察到的现象？

阅读指南

- 什么原因形成了电流？
- 电压增大时对电流有什么影响？
- 电阻增大时对电流有什么影响？

阅读提示 在你阅读之前，先看看粗体字术语，记下它们，中间留出间距以作笔记。

你正在参观植物园，步行穿过一片美丽的绿色景区，在园中央的人造瀑布旁休息，发现瀑布的水流很稳定。你也许会问：讲电流时谈到瀑布干什么？瀑布与电有什么联系？人造瀑布尽管有一个电动水泵使水不断流动，但我们所要说的不是这个水泵。我们要说的是瀑布，或者说任何流体，和电路中的电流相似。

电 势

当水到达瀑布顶部时会出现什么情况？当然水会流下来。当你举起物体时，就克服重力做功而使物体获得能量，这种基于位置的能量叫做势能。

一个物体会从势能大的地方向势能小的地方运动。瀑布顶部的水的势能比底部的水的势能大，因此水会从高处(顶部)流向低处(底部)。

同样，电路中的电子具有势能。不过这种势能与高度没有关系，只与电场产生的力有关。单位电荷的势能叫**电势 (electrical potential)**。

电　压

就像水从高处流下一样，电子从电势高的地方流向电势低的地方，电路两点之间电势的差值叫**电势差(potential difference)**，电势差的单位是**伏特(V)**。电势差也叫**电压(voltage)**。只要一段电路的两端存在电势差，或者说存在电压，电子就会沿着电路流动。

回想一下，通过导体的电子定向移动形成电流。**电压是形成电路中电流的原因。**

图 2-7　这张图画出了给瀑布供水的水泵，水流类似于电路中的电流。





图 2-8 当水管两端的高度差增大时，水流就增大。
建立模型 水管是怎样模拟电压和电流的？

电 源

植物园里的水到达瀑布的底部时，将会发生什么现象？如果没有什么装置把水送回到顶部，水很快就会停止流动。但植物园里的瀑布有一个把水抽回到顶部的水泵。水一旦被抽回到顶部，又会流下来。这个过程的另一种描述是：这个水泵维持着下落的水在顶部和底部之间的水位差。只要水位差存在，水就能持续不断地流动。

一个电路也需要一种能维持电势差或电压的装置。**电源(voltage source)** 是使一个电路中产生电势差的装置。电池和发电机都是电源。

在下一章中你会学习更多关于电源的知识。现在你必须知道的是电源有两个极，两个极间的电势差或电压是引起电荷在电路中移动的原因。

有些电源的电压比其他电源高。你可以把电压大小比作水管从瀑布的顶部向下倾斜的程度。如果水管近似水平，那么水就如图 2-8 所示那样一滴一滴流下。但如果水管的一端比另一端高得多，那么水流的速度就大得多。高度差越大，水流就越大。**就像高度差增大引起水流增大那样，电压增大，也会引起电流增大。**

电 阻

在瀑布中通过水管流出的水量除了与水管的倾斜角度有关之外，还与水管的粗细和长短有关。长的水管对水流的障碍作用比短的水管大。细的水管对水流的阻碍作用比

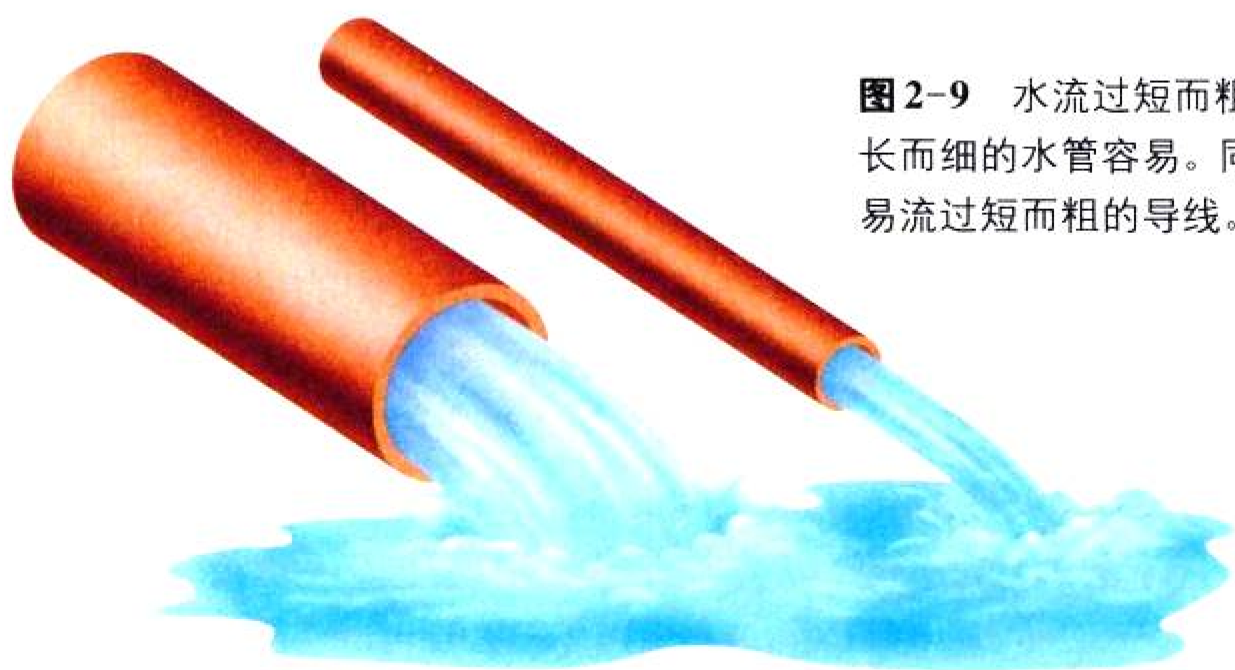


图 2-9 水流过短而粗的水管比流过长而细的水管容易。同样，电子更容易流过短而粗的导线。

粗的水管大。另外，被污物所阻塞的水管比干净水管对水流的阻碍作用大。

电流随电阻而变化 同样，在一个电路里，电流大小不仅取决于电压，而且跟电流通过的导体的电阻有关。**因为电阻阻碍电荷的流动，电阻越大，对于给定的电压而言电流就越小。**

一根导线的电阻由导线的粗细和长短程度决定。其他条件相同时，长导线的电阻比短导线的电阻大，细导线的电阻比粗导线的电阻大。电阻还跟材料的导电性能有关，电子跟导体中的原子相互作用而减速，电子容易通过导体，不容易通过绝缘体。

还有一个影响电阻的因素是温度。在第一章中我们学过，电阻随着温度的降低而减小。我们也可以这样说，大部分导体的电阻随着温度的升高而增大。

最小电阻的电路 你也许听说过“人总是喜欢走捷径”，意思是说人总是用最容易的方式做事。同样，如果电流可以通过两条电路中的任何一条，那么，它就容易通过电阻较小的那条电路。

你是否看见过一群鸟自由自在地栖息在高压线上而不受到伤害？鸟不会受伤害的原因是：电流容易通过最小电阻的电路——导线。由于鸟本身的电阻比它脚下导线的电阻大得多，电流直接流过导线而没有伤及鸟。

☑ **想一想** *影响电流大小的两个因素是什么？*

试一试

下倾的水管

活动

用水来做一个电压的模拟实验。



1. 按如图所示装置漏斗、试管、烧杯和环状铁夹。
2. 当你把200mL水倒进漏斗时，让你的伙伴按下停表计时。
3. 当所有的水都流进烧杯时停止计时。
4. 调整漏斗的高度，重复实验步骤2和步骤3。

建立模型 你的模型怎样体现电压的？漏斗高度变化怎样影响这个模拟的“电压”。



图 2-10 多用电表能测量电阻、电压和小电流。

欧姆定律

在 19 世纪 20 年代，德国物理学家乔治·欧姆利用大量的材料，通过物理实验来研究电阻。为了研究决定影响电阻大小的因素，他分析了多种不同类型的导线。由于欧姆做了有价值的实验，电阻的单位命名为欧姆(Ω)。

怎样测量一根导线的电阻呢？为了测量导线的电阻，欧姆在一个导体上加上了一个有两挡电压值的电源，然后测量产生的电流。电势差或电压用**电压表(voltmeter)**来测量，以安培为单位的电流用**电流表(ammeter)**来测量。电压表和电流表常被组合在一起，如图 2-10 中所示的是多用电表。

欧姆发现，对大多数导体来说，电阻不是由它们两端的电压决定的。不管所加的电压多大，一段导体或其他电器的电阻都是恒定的，也就是说遵循**欧姆定律(Ohm's law)**。你将学到的大多数导体一般都遵循欧姆定律。

欧姆定律是指通过一段导体中的电流跟这段导体两端的电压成正比，跟这段导体的电阻成反比。即

$$\text{电流} = \frac{\text{电压}}{\text{电阻}}$$

或者说

$$\text{电阻} = \frac{\text{电压}}{\text{电流}}$$

用字母 R 表示电阻，I 表示电流，U 表示电压，这个公式就是

$$I = \frac{U}{R}, \quad \text{或 } R = \frac{U}{I}$$

也可以将公式变形为

$$U = IR$$

已知公式中的任意两个量，就可求出第三个量。

可以通过这个公式来理解电阻、电压及电流之间的关系。例如：电压增加一倍而电阻保持不变，电流会怎样变化？因为电阻不变，如果电压加倍，电流也就加倍。因此，电压越大，电流也越大。

相反，如果电阻加倍，电压保持不变，电流会怎样变化呢？若电阻加倍，那么电流将减小一半。因此，电阻越大，电流越小。

增进技能

计 算 活 动

填上每行空缺的数据

电压 /V	电流 /A	电阻 /Ω
1.5	0.30	?
?	0.05	30
1.5	?	15
3.0	0.10	?
3.0	0.15	?
?	0.2	30

电压、电流和电阻关系怎样？

例题

一个汽车前灯接在12伏的电池上。若通过它的电流是0.40安，那么汽车前灯的电阻是多大?



分析 已知电压和电流，需要求电阻。

写出公式 $R=\frac{U}{I}$

替代与运算 $=\frac{12V}{0.40A}=30\Omega$

思考 答案是有意义的，因为电压除以一个小数，结果应该比分式中的两个数都大。

练习题

1. 在一个电路中，有0.5A电流通过灯泡，加在灯泡两端的电压是4.0V，灯泡的电阻是多大?
2. 为了有效地操作一个鸡蛋烘饼烙铁，烙铁线圈中的电流必须等于12A，如果线圈的电阻是10Ω，则两端所加的电压必须多大?

有时为了阻止太大的电流流过电路，有必要在电路中增大电阻。专门设计的与米粒一样大小的电阻器被接到电路中，电视机、收音机或其他电子设备中都接有数量较多的电阻器。

有些电阻器不遵循欧姆定律。例如：当一盏电灯点亮时，灯丝被加热，温度升高，灯丝的电阻就增大。灯丝在加热前的电阻最小，因此通过温度低的灯丝的电流最大。这就是通常为什么你开灯时，电灯容易烧坏的原因。



第二节复习

1. 什么是电压?
2. 电压和电流有怎样的关系?
3. 电阻和电流有怎样的关系?
4. **理性思维 计算** 开亮一盏用电压为1.5V的电池供电的小电珠，如果小电珠的电阻是10Ω，则通过它的电流是多大?
5. **理性思维 因果推理** 为了增大一个电路中的电流，你应该增大电压还是增大电阻？为什么?

课题 2

检查进度

选择你身边的有关“开关”的事件，例如关门。制作一个开关电路，你可以把一根空着的导线接在门上，另一导线接到门框上。当门关上时，两导线相接触。还有其他的探索思想：一个落体、一个轻微震动或微风、或一只盛有水的容器等。画一个含有一个电源、一只开关和一只灯泡的电路图。

技能实验室

动手做

制作调光开关

大多数电灯开关只能点亮和关闭电灯。假设你想找到使电灯慢慢变暗的方法。想一想你怎样设计一个能控制电灯亮度的开关。



▲ 技师在音响混频控制台

问题

什么材料可被用来制作调光开关?

技能

观察、预测

材料

1 号电池
带灯座的手电筒小电珠
取自木工铅笔的粗笔芯
与铅笔芯一样长的不带绝缘皮的铜导线
与铅笔芯一样长的橡皮管
一根 10 ~ 15cm 长的导线
两根20 ~ 30cm长的导线　两只鳄鱼夹

步骤

1. 设计一个能使灯光变暗的装置。像照片上那样连接一个电路，先把导线分别连接到 1 号电池的两端。
2. 把导线的另一端接在装有小电珠的灯座上。把带鳄鱼夹的导线接到灯座的另一端。
3. 把鳄鱼夹连到另一根导线上。
4. 铅笔芯将作为电阻可改变的电阻器——变阻器。把鳄鱼夹牢牢地夹到铅笔芯的一端上，并保证鳄鱼夹和铅笔芯接触良好，

   注意： 铅笔芯中的“铅”实际是石墨，是碳的一种同素异形体。
5. 当你沿着铅笔芯来回移动另一只鳄鱼夹时，预测小电珠的亮度将怎样变化？检验你的预测。
6. 如果你用一根不带绝缘层的铜丝来代替铅笔芯，灯泡的亮度会发生怎样变化？用铜导线换下你的铅笔芯。
7. 如果你用一根橡皮管来代替铅笔芯，预测灯泡的亮度会发生什么变化。用橡皮管换下你的铅笔芯。

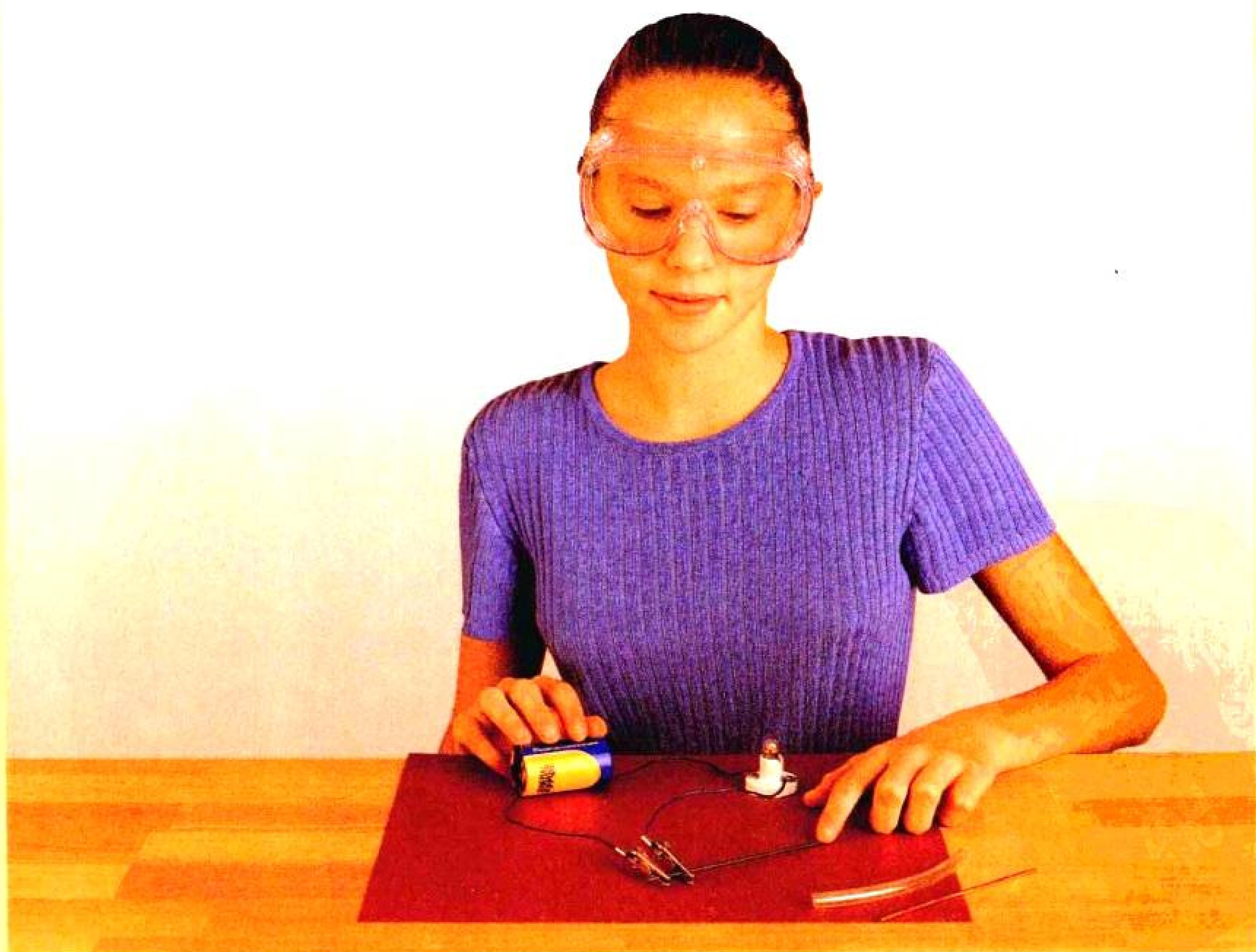
分析与结论

1. **控制变量** 在第5步骤中通过沿铅笔芯滑动鳄鱼夹，你所控制的是电路中的什么变量？
2. **观察** 当你沿着铅笔芯滑动鳄鱼夹时，小电珠的亮度会发生什么变化？
3. **预测** 在第6、7步骤中，解释对小电珠亮度改变作出预测的理由。你的预测与观察结果一致吗？
4. **解释数据** 你认为铅笔芯的电阻比铜的电阻大还是小？与橡皮管相比又如何呢？根据观察作出解释。
5. **得出结论** 在这个实验中，检测过的哪种材料可制成最好的调光开关？为什么？
6. **交流** 如果你想把你的调光开关卖给电影院的经理，怎样描述你的设备？解释它是怎样工作的。

进一步探索

一些轿车上的收音机和电视机的音量控制系统中连入了变阻器。音响混频控制台上可滑动的声音控制系统也是变阻器。家庭或剧院可用变阻器来调节灯光。在你家里还有什么设备应用了变阻器？

提示：寻找功率分级输出的设备或电器。

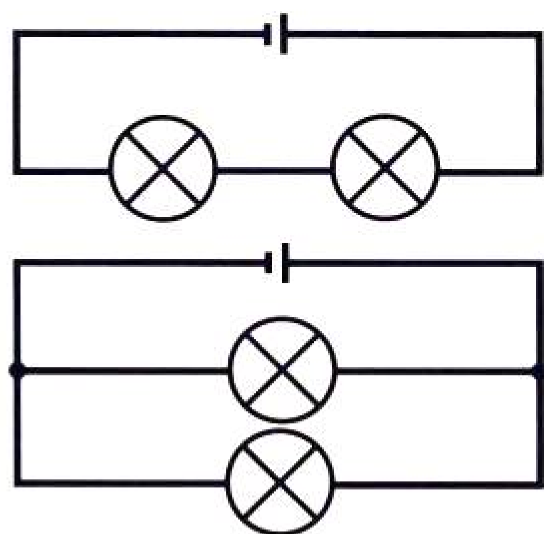


SECTION 3

串联电路和并联电路

探索 活动

小电珠会继续发光吗



1. 连接两个电路，每一个电路中都有一节电池、若干导线和两只小电珠。
2. 接通电路，观察小电珠亮度。
3. 现在，在每个电路中分别拧松一只小电珠，观察另一只小电珠的发光情况。

思考

观察 当你拧松一只小电珠时，另一只小电珠会发生什么现象？怎样解释你所观察到的现象？

阅读指南

- 在串联电路中，电流有几条通路？
- 并联电路和串联电路有何不同？

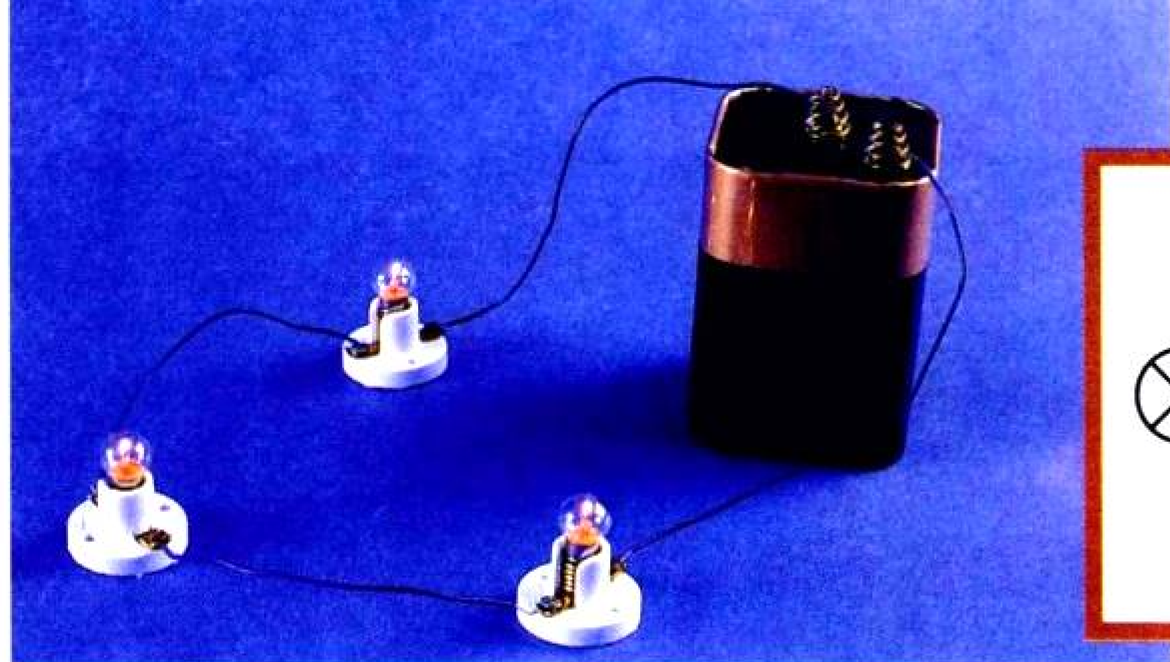
阅读提示 在阅读过程中，列一表格比较串联电路和并联电路。

这是一个凉爽的夜晚，你和家人一起沿着港口码头漫步。夜色黑暗，前方的水面却很明亮，成千上万盏电灯勾勒出轮船高大的轮廓，构成了一幅美丽的风景画。

走近时，你会发现有些电灯已熄灭了，而其余的灯还亮着。一盏电灯熄灭了，其余的灯为什么还会亮呢？这个问题的答案涉及到电路的连接方法。电路的连接有两种基本方式：串联和并联。



图2-11 船上安装的电灯是并联的，若一盏灯熄灭，其他灯仍会发光。



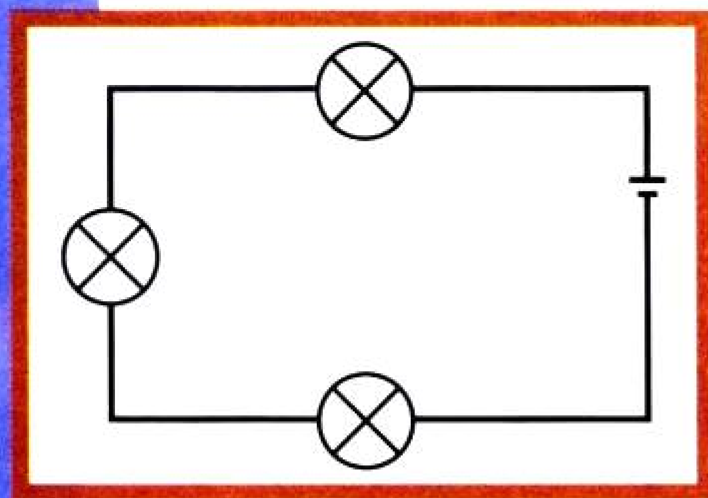


图 2-12 串联电路只为电子通过提供一条路径。

应用概念 *如果一只灯泡烧坏了，其他的灯泡将发生什么现象？*

串联电路

如果一个电路中所有元件逐个顺次加以连接，这个电路就是**串联电路 (series circuit)**，图 2-12 就是一个串联电路。**在串联电路中，电流只有一条通路。**例如，开关和它所控制的电器设备都是以串联的方式连接在一起的。

一条路径 连接一个串联电路很简单，但串联电路有一些缺点。如果串联电路中的一只灯泡烧坏了，电路会发生什么情况呢？一只烧坏的灯泡在电路中形成一个断点，电荷就没有其他路径可通过。因此，一盏电灯熄灭了，其他所有的电灯也都熄灭了。

增加电阻 串联电路的另一缺点是随着电路中接入灯泡的数目增多，电灯会变得越来越暗。为什么会发生这种现象？想一想，当你增加灯泡时，串联电路中的总电阻会怎样变化？总电阻增大了。我们知道，如果电阻增大，电流就减小。因此，随着接入串联电路中灯泡数目的增多，电路中电流会减小，结果使灯泡变暗。

电流表 不同的仪表以不同的方式连接在电路中。回忆前一节，电流表是用来测量电流的，如果你想测量电路中通过某一设备的电流，电流表应该跟这一设备串联。

☑ ***想一想*** ***在串联电路中增加灯泡时，电路电阻将发生怎样的变化？***

并联电路

轮船上的电灯能否用串联方式来连接呢？不可以，因为如果所有电灯串联连接，那么当一盏灯烧坏时，其余所有的灯都要同时熄灭。然而，你看到的是少数几盏灯烧坏，其余的灯却都亮着。

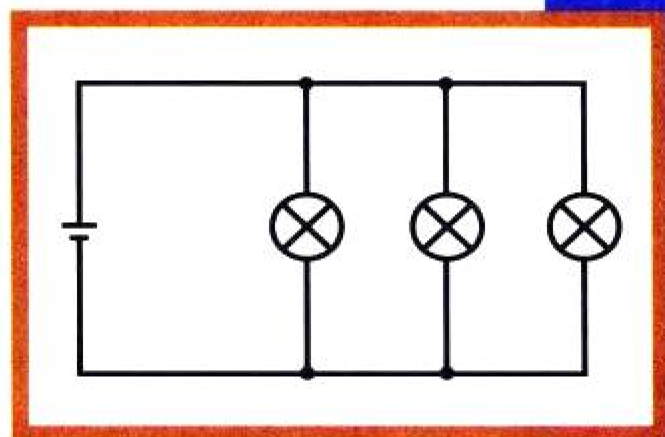




图2-13 并联电路为电子的流动提供了好几条路径。与串联电路相比，流过电路的电流更大，小电珠更亮。

轮船上的灯是用并联方式连接的。在**并联电路(parallel circuit)**中，电路的不同部分在各自独立的分支上。图2-13给出的是一个并联电路。**在并联电路中，电流有好几条路径可通过。**注意，每个灯泡都有自己的从电源一极到另一极的电流路径。

多条路径 在并联电路中，如果一盏电灯烧坏了，会发生什么现象？如果一条支路断开了，电流仍可以从其他支路通过。因此，如果一盏电灯熄灭了，其他电灯仍能亮着。每个支路中都可以安装开关，以便分别控制这条支路中电灯的开和关，而不影响其他支路上的电灯。

增加支路 在并联电路中增加一条支路，并联电路的电阻会发生什么变化呢？也许你会认为总电阻将增加，但实际上总电阻是减小的。为了搞懂这个问题，请你再用水流作对比。假设将水库里的水放出，并且只许水从一根水管流出，那么在一定时间内就有一定数量的水流出来；如果用两根水管代替原来的一根水管，则在相等时间内流出的水将加倍。因为有两条路径可走，水就更易流出。并联电路也是如此。增加新的通路或支路时，电流有更多的路径可通过，因而总电阻就减小。

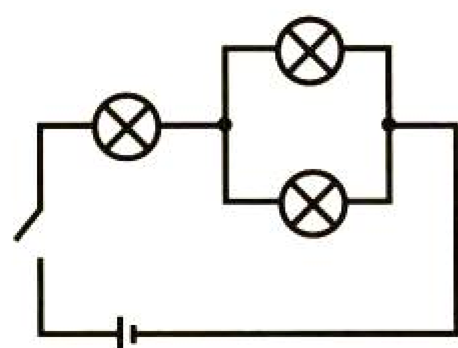
那么，电流又将怎样变化呢？若电阻减小，电流肯定增大，增大的电流流过新的支路，而不影响原有支路中的电流。因此，当你在并联电路中增加支路时，其他支路中的电灯亮度不发生变化。

电压表 在第二节中我们知道，电压表用来测量电压。当

增进技能

预 测 活动

1. 看下面的电路图，预测一下三盏电灯是否一样亮。



2. 用一节干电池和三个相同的小电珠连接成一个电路，观察小电珠的亮度。

   这个电路是并联电路还是串联电路？为什么？



图2-14 家庭电路都是并联电路。

图解 这套房子里有多少条电流通路？

你测量某设备两端的电压时，电压表和这个设备应该并联连接。

家庭电路

想一想，你家中的电路是不是串联电路？当然不是，如果是串联连接，每当有一个灯泡烧坏或者一个开关断开时，家中所有的电器设备都将关闭，因此，家庭电路都是并联电路。

电能是通过较粗的导线引进家中的，这些导线的电阻很小。从图2-14可看到从导线主线到墙上的插座、各种设备以及每个房间里的灯都是通过并联方式连接的。家庭电路的电压是220V，开关被安装在它控制的支路上。



第三节复习

1. 电路有哪两种基本连接方式？分别画一个电路图说明你的答案。
2. 如果串联电路中的一只灯泡烧坏，其他灯泡会发生什么现象？为什么？
3. 如果并联电路中的一只灯泡烧坏，其他灯泡会发生什么现象？为什么？
4. **理性思维** **对比** 用几个灯泡连接成电路，电灯的亮度跟灯泡是串联连接还是并联连接有什么关系？

课题 2

检查进度

连接一个串联或并联电路，当开关闭合时会使灯泡变亮。用你原来设计的开关闭合电路，检查电路，当你要检测的事件出现时，确保开关闭合。然后确保开关闭合时电灯发光。

SECTION 4

安全用电

探 索 活 动



怎样使一根细钢丝熔断

1. 如图所示，用一节1号电池、一只小电珠和两只鳄鱼夹连接成电路。
2. 从一束钢丝纤维中抽出一根，把它的两端分别绕在两个鳄鱼夹上。
3. 接通电路，观察钢丝纤维发生什么现象，小电珠发光情况怎样。

思考

提出假设 写下假设并解释观察到的现象。

阅读指南

- 避雷针怎样保护建筑物?
- 电路中的安全设备有哪些?
- 触电时身体受到的伤害程度和电流大小有何关系?

阅读提示 阅读时，列出一些可以保护自己免遭触电的方法。

一场暴风雪造成了重大的损失，树枝被压断，乡村盖上了厚厚的雪。此时最大的危险也许是来自于街上仍闪着电火花的掉落在地上的高压电线。居民被警告远离高压线。是什么使得高压线那么可怕呢?

如果人体成为电路的一部分

输电线有时会发出电火花，提示你存在的危险。来自电力公司的两条输电线，其中一条是“火线”，发电厂通过它把电能输送过来；另一条线从用户处返回到发电厂，叫做“零线”。一根火线可以与大地构成一个回路，一个人若碰到掉落在地上的火线，电流会通过这个人的身体与大地之间形成短路。**短路 (short circuit)** 时电流没有按预定的路径通过零线，而是通过人体流动。

短路中的非预定电路比预定电路的电阻小，因此短路的电流可能更大，结果会造成生命危险。

裸线 不只是掉落在地上的高压输电线会造成触电事故，普通的家庭电路同样会造成触电伤亡事故。如果你的手接触到220伏的电路，电势差(电压)就在你与地面之间产生。只要存在电压就有电流流过，电流就会通过你的身体。

家中电器设备的电线是用绝缘层保护起来的。有时绝缘层破损了，出现外露的金属线。如果碰到这样的金属

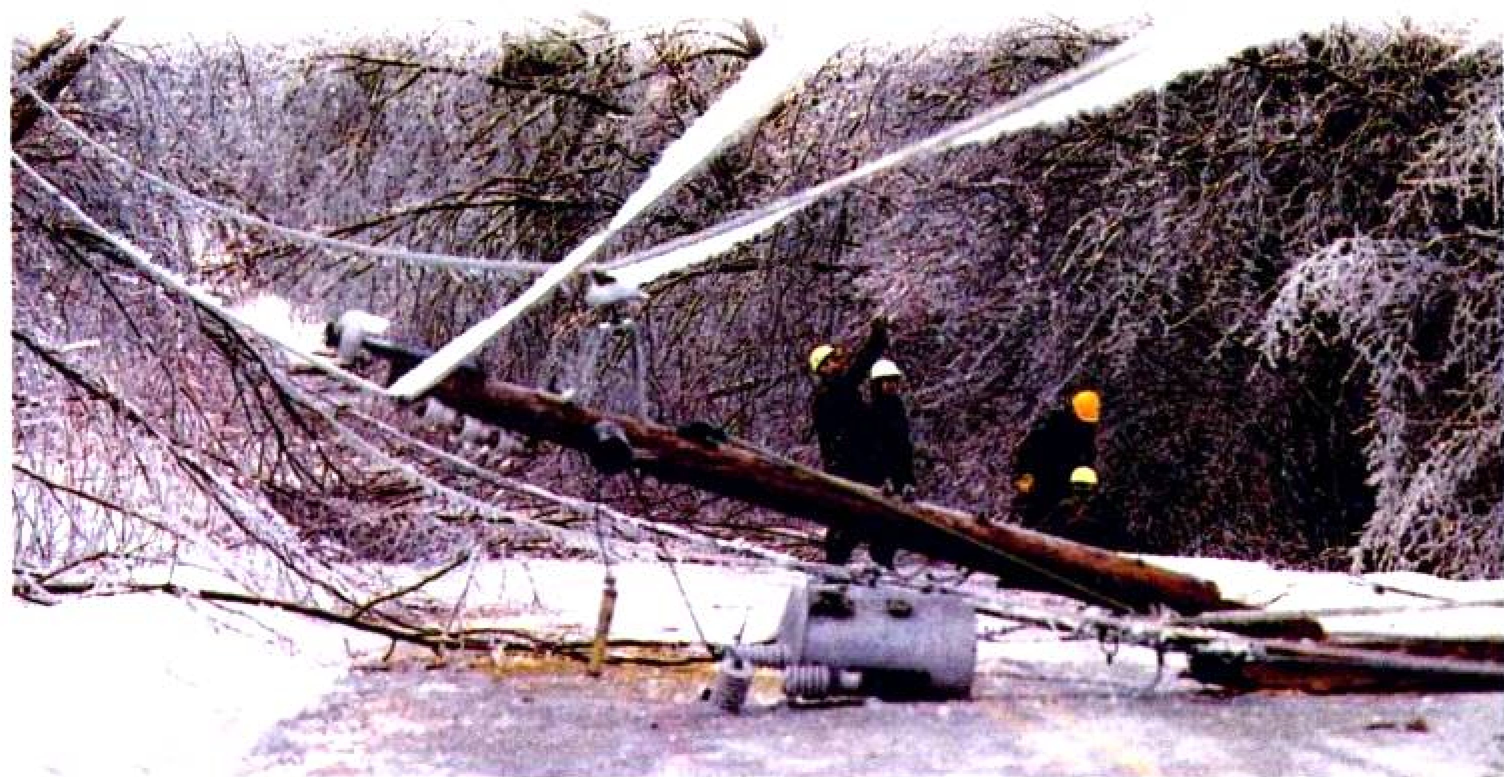


图 2-15 当工人在维修输电线路时，电路必须是断开的。

线，人体就成了电路的一部分，轻者会感到疼痛，重者会受到伤害。

许多电器内部都有裸露的金属线，如烤箱。如果这样的金属线和烤箱的金属外壳相接触，整个烤箱就导电。你只要碰到烤箱外壳，就会触电。

阻碍电流 有没有办法来保护自己，使自己在成为电路的一部分时免受伤害呢？鞋底通常为你的脚与地面之间提供大电阻，这样，电流就不足以使你严重受伤。如果你赤着脚或站在浴缸里接触火线，那会发生什么现象？赤着脚时，人体的电阻变小了。普通自来水不是电的良导体，站在浴缸中，水能减小你的人体电阻。人体电阻变小后，同样大的电压会产生强电流，从而使你受到严重伤害。

接　地

附加的接地线保护人们免遭电击。如果一个电器里出现短路，电流就通过低电阻接地线直接流入大地。这种情况下，人们碰到电器也不会触电。

第三个触头 你有没有注意到有些插头上有三个触头，如图 2-16 所示。两个扁平的触头把电器设备连接到家庭电路中，第三个圆形的触头把电器设备的金属外壳连接到建筑物的地线上。

为了使人们避免触电，电路系统都应该接地。电路接地时，电荷能直接从电路流入大地。



图 2-16 插头上圆形的触头是接地线的。

因果推理 *如果电器设备坏了，第三个触头如何保护你？*



图 2-17 避雷针吸引雷电中的电荷，把雷电引向地面

避雷针 受上述思想的启发，富兰克林发明了避雷针。**避雷针(Lightning Rod)**是为了保护建筑物而安装在建筑物顶部的金属杆。回想一下第一节中讲的雷雨期间地面上电荷的感应。闪电是由带电云层和地面上带相反电荷的物体之间的电荷移动引起的。富兰克林认识到，尖状物体比平面状物体更容易聚集电荷。因此，雷电中的电子易被避雷针一类尖尖的物体吸引。

避雷针和地线相连接，当闪电击中金属杆尖端时，电荷通过金属杆流入导线，然后流到地面。这样就保护了建筑物。

了解了避雷针的原理，你就会懂得在雷雨期间呆在哪里更安全。呆在高大的导体下，如在高大潮湿的大树下是不安全的。手中有尖的金属物体如雨伞等那就更糟。如果雷雨时你在室外，保护自己的最好办法是呆在干燥的地势低的地方。

☑ **想一想** *为什么闪电会击中避雷针？*

保险丝和电路断路器

一根导线，若通过的电流比它设计通过的电流大时，导线会发热。如果导线过热，就会熔化导线的绝缘外层。热的导线和建筑物墙上的易燃材料接触，容易引起火灾。

如果电路超负荷，电流就变得很大。回想一下，当你在并联电路中增加一条支路时，总电阻减小，电流增大。如果你同时使用太多的设备，电路就会变得很危险，超负荷的电路可能导致火灾。**为了防止电路发热过强，导线温度过高，通常需要在电路中安装保险丝和电路断路器。**

保险丝是细条状的金属线，如果太大的电流通过它，它就会熔化。当这根金属线熔化或“烧断”时，电路就被断开，电流停止。如果你同时接入太多的设备，保险丝就会烧断，从而使电路断开。一旦电路超负荷得到纠正，换上新的保险丝，电路就又恢复工作。

保险丝烧断后，不能再次使用。为了避免换保险

社会研究 链接

本杰明·富兰克林不仅是个天才的实验者，而且还是个发明家、政治家、哲学家、印刷厂老板、音乐家和经济学家。

阅读 DIY

看一些关于本杰明·富兰克林的生活和工作的书籍。选择一件事或他生活的某个方面，写一篇文章向你的读者描述他的所作所为。举个例子，你可以写富兰克林为了帮助那些买不起书的读书人，而创办了美国第一家图书馆。



丝所带来的麻烦，新建楼房中的电路由一种叫**电路断路器(circuit breaker)**的设备来保护电路。电路断路器是一种安全装置，当电流太大时，它利用电磁铁装置来断开电路。重新接通电路断路器很容易，只要推回一个触头即可。但只有在关闭引起电路电流过大的设备之后才可行。

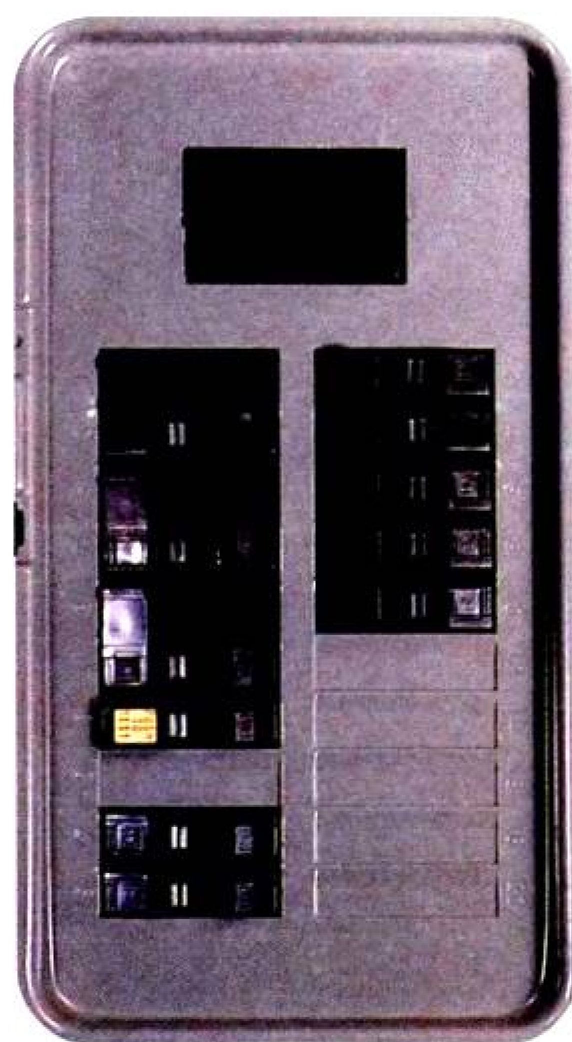


图 2-18 当电流太大时，保险丝和电路断路器都会切断电路。

应用概念 *黄色保险丝通过的最大电流有多大？*

触　电

为什么保护人体免遭电击那么重要？人体依赖于电信号。例如，微弱的电脉冲，控制着你心脏的跳动，同样，电信号控制着你的呼吸和肌肉的运动。如果你的身体得到来自外部的电流，这种电流就会干扰你体内正常的工作程序。

人体中的电流　在干燥的天气中走过地毯在门上感到的由静电放电引起的电击，与你接触到掉落在地的输电线引起的触电是不同的。**触电的严重程度取决于电流大小。**

小于0.01安培的电流几乎是感觉不到的。然而到了0.1～0.2安培之间，电流就可能对人体有危险。这样的电流可能引起你心跳不规则及血液循环混乱，流入你手的电流会通过你的手臂，穿过你的心脏。大于0.2安培的电流就会引起烧伤，甚至使心脏停止跳动。

人体的电阻　触电电流跟电压和人体电阻有关，电压由电源决定。你能安全地握着给收音机供电的1.5伏电池，但碰到几千伏的高压线就会身亡。

电压一定，电流大小就取决于人体电阻。人体电阻受多个因素的影响。一个因素是人体组织的导电能力。对电流而言，活细胞的电阻很小。因为人体细胞中的液体含有离子，它们是导电的带电粒子。

另一个因素是你皮肤的干燥程度。如果你皮肤很干燥，那么你的人体电阻就很大。但是，当你皮肤潮湿时，你的电阻就要降低几百倍。因此，同样的电压，你皮肤潮湿时比干燥时造成的触电更严重。

安全用电提示

我们知道，电是最广泛使用的能源之一。但如果我们使用不当，电也是相当危险的。使用电时，下面一些重要的规则需要记住。

- 当你或你的手潮湿时，或你站在水中时，千万不要去碰电器设备。
- 除了电源插头外，不要把手指或其他任何东西插进电源插座。
- 在打开电器或修理电器前要拔出插头。
- 不要接入太多的电器而使电路超负荷工作。
- 不要去碰电线杆上的电线或掉落在地的电线。
- 不要用已断了的或破损的电线。





第四节复习

1. 描述雷电是怎样通过避雷针传入大地的。
2. 保险丝和电路断路器有什么相同之处？有什么不同之处？
3. 所有的触电事故对人体的危害程度都一样吗？为什么？
4. **理性思维** **运用概念** 为什么纽约市的帝国大厦经常受到雷击？

身边的科学

和家人一起查一查你家的电路中是否安装了保险丝或电路断路器。你家的家庭电路有几条支路？画一个电路图，表示每条支路上的插座和电器。说明保险丝和电路断路器的作用。问一问家人是否知道其他设备上的电路，如小汽车上的电路。

提醒： *检查时千万不要碰到电线。*



SECTION 1 电荷和静电

知识要点

- 同种电荷互相排斥，异种电荷互相吸引。
- 电荷在周围空间产生电场。电场可以用电场线来描述。
- 静电是由于电子从一个物体转移到另一物体，或从物体的一个部分转移到另一部分引起的。
- 放电时，电荷离开带电体，使它不再带电。

关键术语

电场　　感应起电　　静电
电荷守恒　　摩擦起电　　放电
导体　　验电器

SECTION 2 电路的测量

知识要点

- 当电压加在一个电路上时，电路中就形成电流。
- 电压单位是伏特，表示电路中两点间的电势差。
- 电阻用欧姆作单位，电阻是对电荷流动的阻碍作用。
- 如果电阻保持不变，电压增大，电流也增大。
- 如果电压保持不变，电阻增大，电流减小。

关键术语

电势　　电压
电势差　　电压表
电源
电流表
欧姆定律





SECTION 3 串联电路和并联电路

知识要点

- 串联电路中电流仅有一条通路。
- 并联电路中电流可以通过多条支路，家庭电路是并联电路。

关键术语

串联电路　　并联电路

SECTION 4 安全用电

与健康科学的综合

知识要点

- 保险丝、电路断路器和接地插头都是电路中重要的安全设施。
- 避雷针提供了通向地面的导电路线，因此来自闪电的电荷可直接流入大地而不损坏建筑物。
- 触电时，即使低于1安培的电流，也会使人受到严重伤害。

关键术语

短路　　避雷针
第三个触头　　保险丝
接地　　电路断路器



活动

相关网站

www.science-explorer.phschool.com

第2章复习

复习题

选择题

选出最佳答案。

1. 下列带负电荷的粒子是____。
   - a. 中子　　b. 原子
   - c. 质子　　d. 电子
2. 将一个带电荷的气球接触验电器，而使验电器带电，这个过程叫____。
   - a. 摩擦起电
   - b. 传导起电
   - c. 感应起电
   - d. 接地起电
3. 电路中引起电荷定向移动的电势差，又称____。
   - a. 电压　　b. 电阻
   - c. 电流　　d. 放电
4. 下列属于电源的是____。
   - a. 电压表　　b. 电池
   - c. 电阻　　d. 开关
5. 连接到地面的电路叫做____。
   - a. 串联　　b. 并联
   - c. 接地　　d. 放电

判断题

如果叙述正确，写“T”；如果错误，写“F”，并修改划线部分。

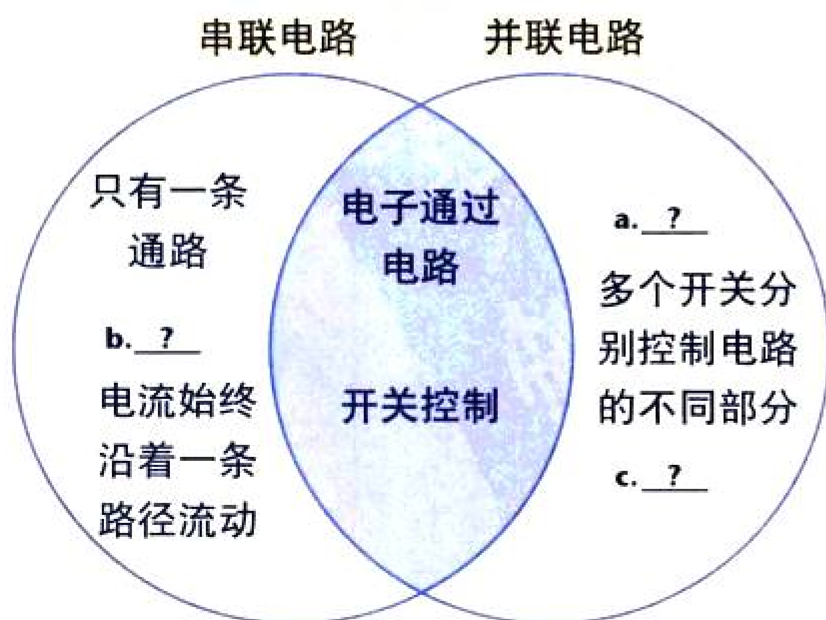
6. 当你的头发和梳子带相反的电荷时，头发被梳子吸引。
7. 当一个电中性的物体失去电子时，就带负电。
8. 传导起电是不通过接触，而使物体带电的过程。
9. 导体的电阻较小。
10. 电路断路器中有一条细金属丝，如果通过的电流过大，它就熔断。

简述题

11. 描述电荷周围的电场。
12. 什么是静电？
13. 物体带电是什么意思？使物体带电有哪三种方式？
14. 闪电和静电有什么联系？
15. 叙述欧姆定律。
16. 电压、电流和电阻的单位分别是什么？
17. 用电时应遵循哪三个安全规则？
18. 保险丝和电路断路器在电路中是怎样起到安全保护作用的？
19. 用什么来测量电流？用什么来测量电压？怎样将它们连接在电路中？
20. **科技写作** 假如你是一位电工，准备为一所新房子设计电路。你计划用并联电路，但房东坚持要用串联电路，因为串联电路既简单又省钱。给房东写一封信，说明你为什么要用并联电路，信中要包括设计电路图。

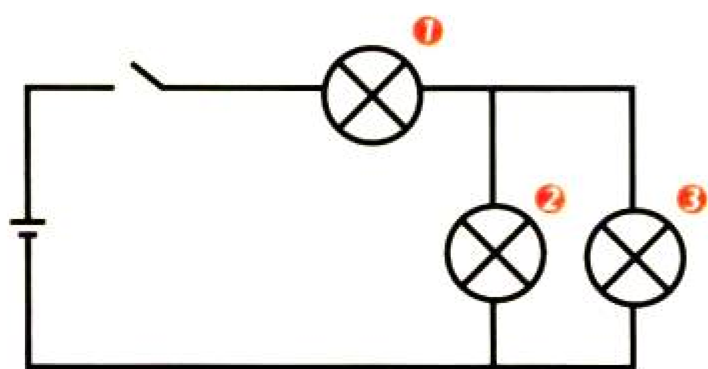
形象思维

21. **维恩图** 照样把下面这幅维恩图画在你的本子上，比较串联电路和并联电路的特点，做完填空题后加上标题。（为了解更多有关于维恩图的知识，请参阅技能手册）



应用技能

根据下面电路图回答22~25题。



22. 分类 这个电路是串联电路还是并联电路?

23. 控制变量 如果移走灯泡①，其他两只灯泡还会亮吗?移走灯泡②情况又如何?为什么?

24. 预测 如果你断开开关，还会有灯亮着吗?为什么?

25. 制作模型 重画一个电路图，要求图中有一个只能控制灯泡③的开关。

理性思维

26. 对比 两个质子之间的力与质子和电子之间的力有什么不同?为什么?

27. 解决问题 一只烤面包器接在电压是220伏的插座上。若烤面包器的电阻是20 欧，则流过烤面包器线圈的电流是多大?写出解题过程。

28. 分类 识别下列叙述是串联电路的特征，还是并联电路的特征，或者是兼而有之。

a. $I=\frac{U}{R}$。

b. 随着灯泡数的增加，总电阻增大。

c. 随着支路的增加，总电阻减小。

d. 电路中每一部分的电流相等。

e. 电路中的任何一部分断开，都会引起断路。

29. 运用概念 为什么插头中第三个接地触头不能去掉?

第2章复习

学习评估

课题2 总结

成果展示 为你的展示准备一份说明书和电路图。如果你的警报器线路的有些部位看不见，你应该再画一个图说明所有的部件是怎样连接的。然后把你的警报器展示给同学看，并说明它的工作原理。

思考与记录 描述你设计的开关的可靠性。它多数时间都正常工作吗?每次都正常工作吗?如果你的警报电路用了一整年，还可以用吗?在你的笔记本上画出草图，改进设计，以延长使用寿命。

实践活动

在社区 在学校过道或城市图书馆举办一次安全用电常识展览。从杂志或报纸上剪些图片，或者自己画一些。列举一些应该采取安全保护措施的具体事例。然后就这些不同的事例，阐述应采取哪些不同的安全保护措施。

第三章 电和磁做功

主要内容

SECTION 1 电、磁和运动

探索　磁铁如何使导线运动

技能实验室　制作电动机模型

SECTION 2 磁生电

探索　没有电池，你能产生电流吗

试一试　持续的电流

增进技能　分类

SECTION 3 电功率

探索　怎样使小电珠更亮

增进技能　观察

课题 3

家庭用电量的测算

你有没有听见人们抱怨过电价过高？电价可能贵了些，但其中也有一些合理的因素，因为发电厂发电和把电输送给用户是一项很复杂的事情。

在这一章中你将学习电是怎样产生的，人类又是怎样利用电的，还要学习家庭用电量的测算。

高压输电线在阳光下闪电

课题目标 分析你家的各种用电方式，测定你家的用电量。

为了完成这个课题，你必须：

- 列出你家的电器清单，包括电灯；
- 记录每件电器周平均用电时间；
- 计算每件电器所用的电量；
- 遵循附录中的实验室安全守则。

课题准备 为了记录你的观察数据，先设计一张记录表，包括家电名称，电源是使用插头还是使用电池，电器的基本用途及每天用电时间等栏目。

检查进度 在学习这一章内容时，进行这个课题的研究。为了使你的课题能按时完成，请在以下几个阶段检查进度。

第一节复习 第 81 页 写出你家所有电器的名称。
第二节复习 第 91 页 计算 1 周内每件电器的用电量。
第三节复习 第 98 页 计算每件电器所耗的电量。

总结 在这章结束(第 109 页)，你将算出总的用电量，确定你家用电最多的电器是什么。

与化学的综合

SECTION 4 电池

探索 你能用硬币发电吗
技能实验室 长在树上的电

SECTION 1

电、磁和运动

探 索 **活 动**

磁铁如何使导线运动

1. 用带有绝缘层的铜导线绕在一枚铁钉上，制作一个电磁铁。在电磁铁两端分别留出 30～40 厘米长的导线。
2. 堆一叠书，将一把尺夹在最上面的两本书之间。
3. 把这块电磁铁悬挂在尺子上，使它能自由摆动。
4. 把电磁铁、开关及电池连接起来，构成一个电路。
5. 在电磁铁的附近放一块马蹄形磁铁，然后短促地闭合一下开关，观察电磁铁会发生什么现象。
6. 调换连接到电池两极的导线，重复第5步。

思考

推理 当你闭合开关时，电磁铁会发生什么现象？改变导线的连接方式时有什么不同？你如何利用电来产生运动？

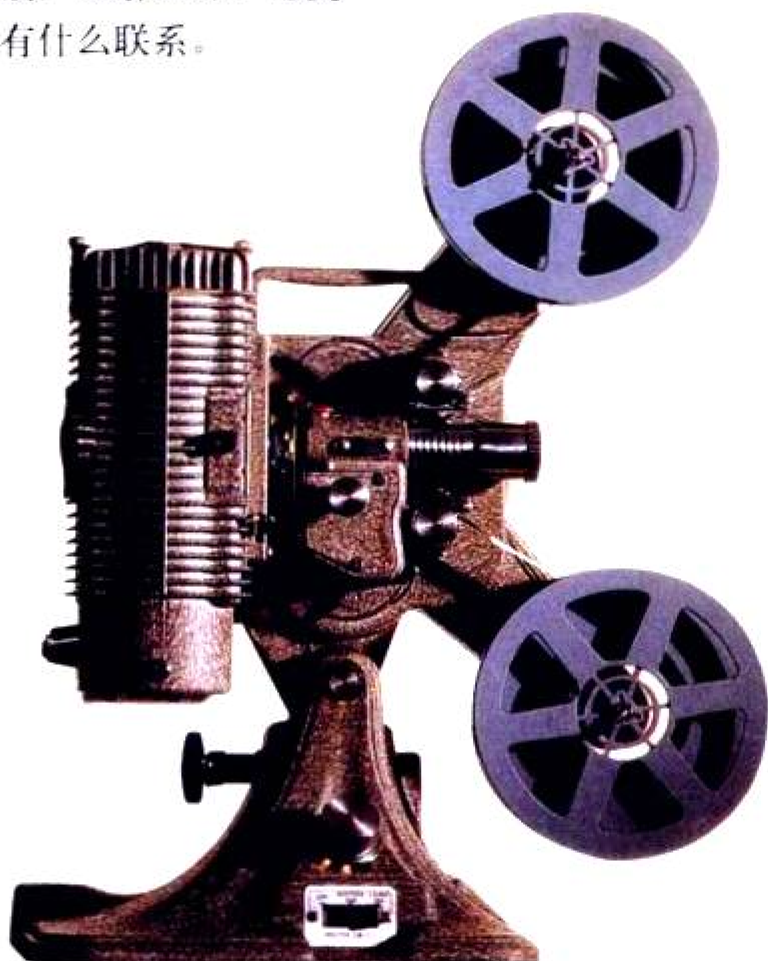


阅读指南

◆ 电能怎样转化成机械能？
◆ 电流表和电动机有什么功用？

阅读提示 先看插图和标题，通过阅读，理解磁力、电流跟运动有什么联系。

当想到电时，你脑子里会出现什么？你可能想到大城市里的璀璨灯光，或者你卧室里收音机传来的美妙音乐。如果你熟悉电动机(在电影放映机里就有电动机)的话，那么你已经知道电的一项重要应用，即电能产生运动。



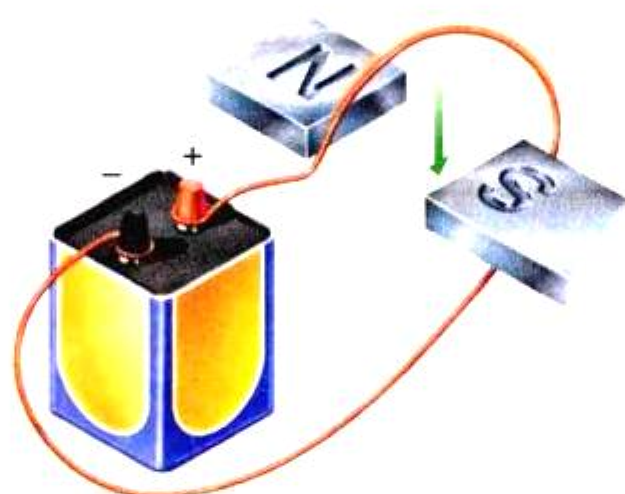
电能和机械能

在前面几章你已经学过，磁能产生运动。两个磁体能互相吸引或排斥，这取决于它们的磁极是如何放置的。你还学过导线中的电流能产生磁场，这个磁场类似于磁体产生的磁场。因而你也会理解磁体能使导线运动，就像它会使另一块磁体运动一样。

图 3－1 中上面的这根导线被放在一个磁场中。当电流通过导线时，磁场就把这根导线往下推。改变电流的方向，磁场就把这根导线向上拉。这里，导线运动的方向取决于电流的方向。

电和磁之间的相互作用能引起物体运动，这个实验中是引起导线运动。能使物体运动一段距离的本能叫做**能（energy）**。跟电流相联系的能叫**电能（electrical energy）**。一个物体由于运动或位置变化而具有的能叫**机械能（mechanical energy）**。

能可以从一种形式转化成另一种形式。**把通有电流的导线放在一个磁场中，电能就被转化成机械能**。这是因为电流的磁场使导线运动。



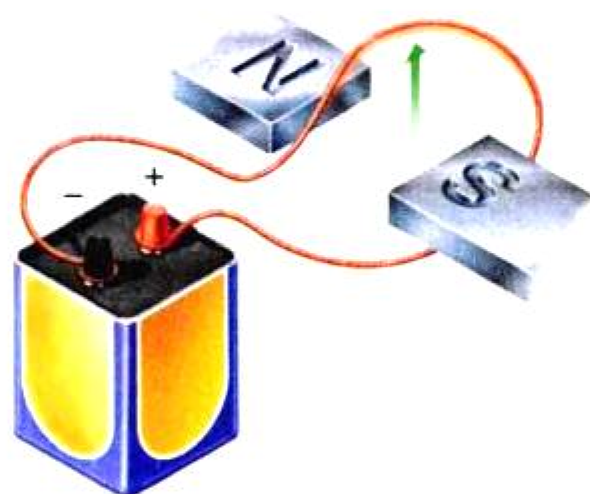


图3-1 永久磁体的磁场和通电导线产生的磁场相互作用。

图解 *电流的方向如何影响作用在导线上的力？*

☑ **想一想** *什么是能？*

电流表

图3-1中的导线在磁场中向上或向下运动，如果放入磁场之前把导线弯成矩形线圈，那么会发生什么现象呢？请看图3-2中矩形的导线线圈，导线中的电流从线圈的一边流入，从另外一边流出。换句话说，电流在线圈的两边以相反的方向流动。

由于导线运动的方向跟电流方向有关，因此线圈两边运动方向相反，因此只要线圈的一边运动到最上面或者最下面时，线圈就会停止运动，结果是线圈只转动了半周。

在磁场中通有电流的金属线圈会发生转动，小量程**电流表（galvanometer）**就应用了这个原理，小量程电流表用来测量较小电流。在小量程电流表中许多匝金属线圈被悬置在磁体的两磁极之间，金属线圈连接到一根指针和一只弹簧上，如图3-2所示。当电流通过导线时，电流就产生了磁场。这个磁场和磁体的磁场发生相互作用，引起金属线圈和指针偏转。**电流是用来转动电流表指针的**。

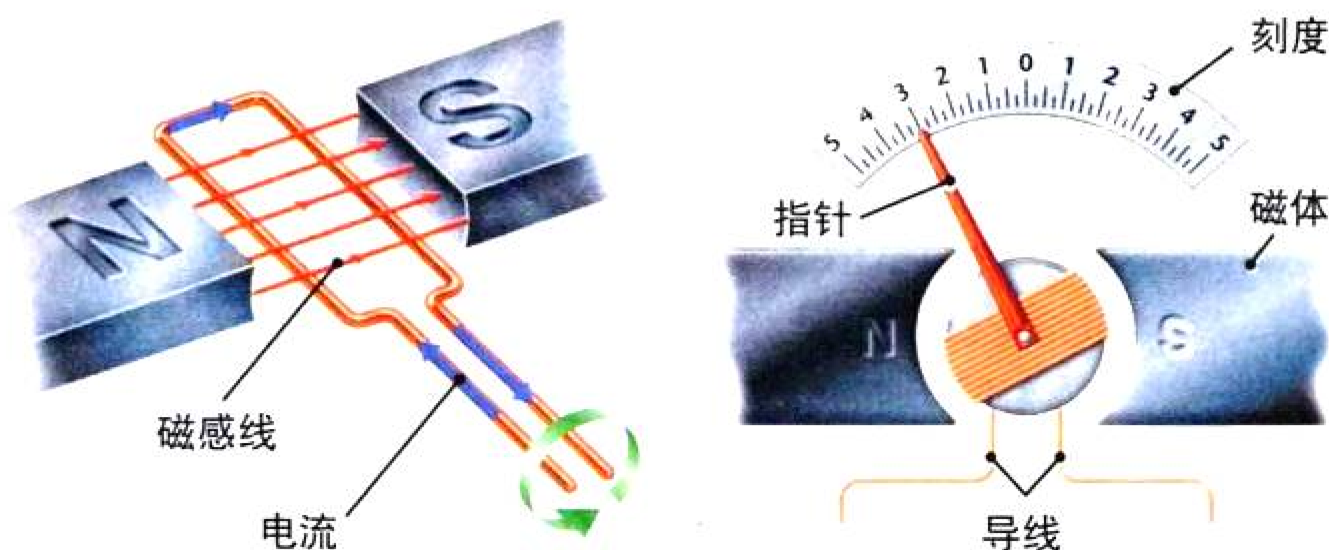


图3-2 因为电流以不同的方向分别通过金属线圈的两半边（左图），在磁场对线圈一边向上拉时，磁场对线圈另一边向下推。电流表（右图）就是用线圈来转动指针的。

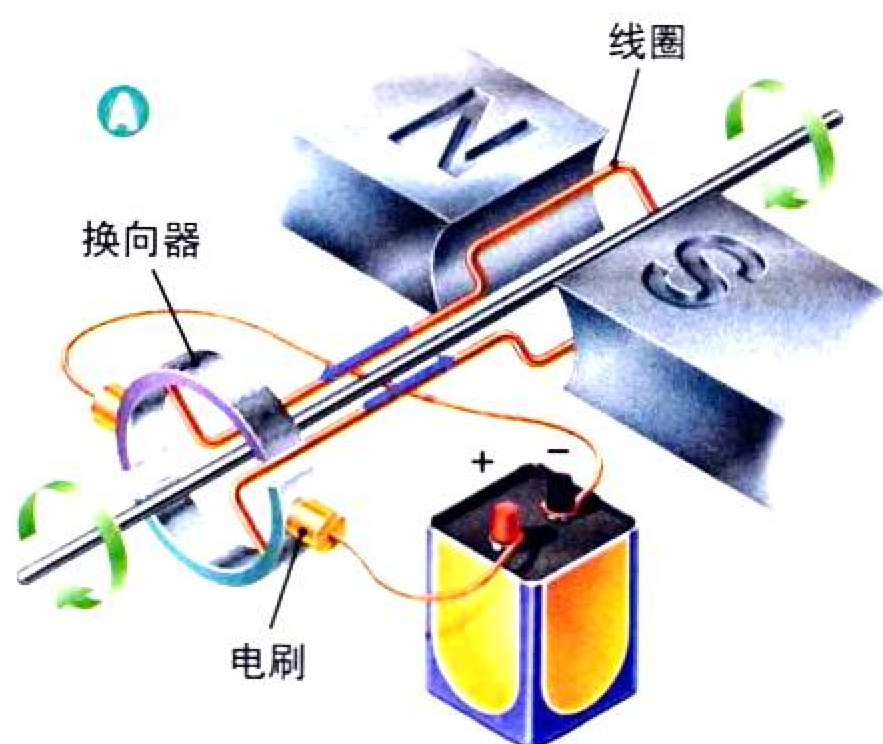
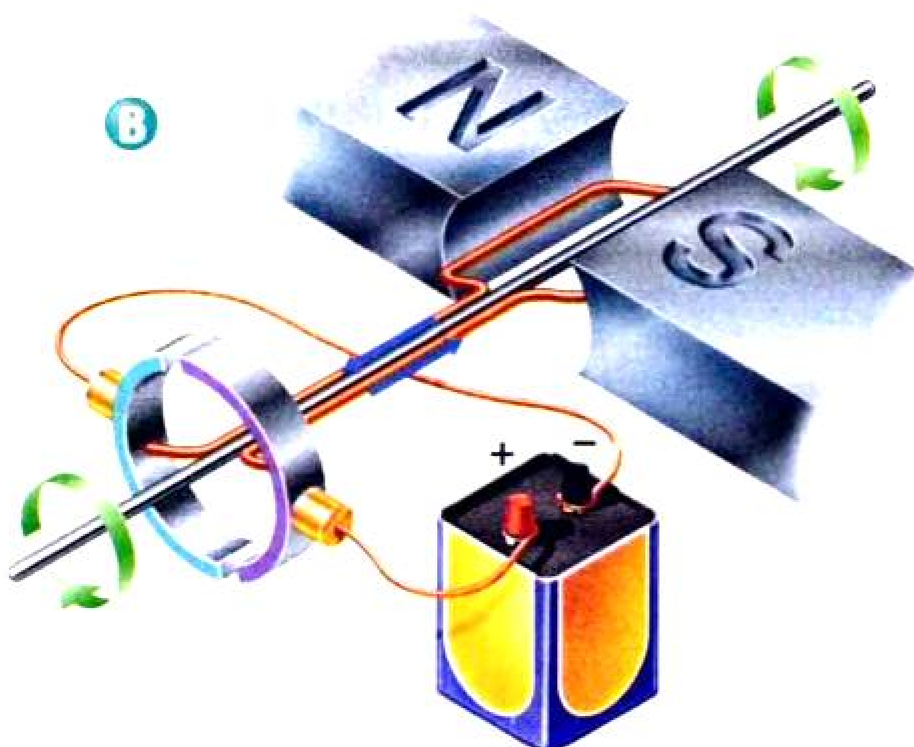


图 3-3 电动机中的线圈能够持续转动。
A. 线圈产生的磁场使线圈转动到竖直位置。
B. 当线圈通过竖直位置时，换向器的每个半环互换连接的电刷，电流在线圈中流动的方向就改变，因此作用在线圈上的磁力方向也改变，线圈沿原来的方向继续转动。



磁场之间相互作用的力作用于弹簧上，因此线圈和指针的偏转程度取决于通过线圈的电流大小。小量程电流表表盘上有刻度，它是利用已知的电流所给出的指针偏转的角度大小来标度的。小量程电流表可用来测量未知电流。

***想一想* 电流表是怎样工作的?**

电动机

在磁场中，小量程电流表的金属线圈旋转不能越过半周。假设你能使金属线圈持续不断地旋转，这里，金属线圈不是使指针转动，而是使一根棒或轴转动。轴转动能使连接到它上面的其他装置转动，如风扇的叶片或家用搅拌机。这样的设备就是一个电动机。**电动机 (electric motor)** 是一种用电流来使轴转动的设备。

电动机把电能转化为机械能。 电动机和小量程电流表不同，因为在电动机中，通有电流的线圈是在持续不断地旋转的。

电动机是怎样工作的 你怎样制作一个不断旋转的

社会研究

链接

在电被普遍使用之前，缝纫机就已发明。看一看，缝纫机、原始冰箱或其他原先没有电动机就在使用的家用设备。

阅读 DIY

草拟一份广告标语，介绍新潮的、电控的设备。务必体现出电如何改进了机械，改善了使用者的生活。

金属线圈？作用在金属线圈上的力的方向取决于电流和磁场的方向。在电动机中，当金属线圈转过竖直位置时，线圈中的电流方向发生改变，这使得金属线圈两边受到的磁力方向也发生改变。

原来被向上推的金属线圈的左边，现在成为线圈右边而被向下推；而被向下推的金属线圈的右边，现在成为线圈左边而被向上推。线圈每转过半周（圈）后，电流又改变方向，这样，金属线圈就以同一方向持续不断地旋转起来。

电动机的构成 **换向器(commutator)**是一种能改变通过电动机线圈中电流方向的设备。由图3-3可看出，换向器由两个半环组成。换向器的每一个半环和金属线圈的一端相连。当金属线圈转动时，换向器也随这个线圈转动起来。换向器在转动时，滑过两个**电刷(brushe)**的接触点。换向器的两个半环分别通过一只电刷和电源相连接。

当金属线圈转过竖直位置时，换向器的每一个半环改为跟另一只电刷相连接。由于电流流过电刷，所接触的电刷改变了金属线圈里的电流方向。电流方向的改变导致线圈持续不断地旋转。

实际的电动机不止一个线圈，它有很多个或数百个线圈绕在一个铁芯上。线圈和铁芯的这种结构叫**转子(armature)**。利用多匝线圈能增大电动机转动的力量，并使电动机转动更加平稳。大型电动机也用电磁铁代替永磁铁。



图3-4 这个转子包含上百个线圈。
图解 *电动机的轴在哪里？*



第一节复习

1. 怎样用电来产生运动？
2. 在电动机和电流表中发生了什么形式的能的转化？
3. 用电流表可测量什么？
4. 描述电动机中换向器和电刷的作用。
5. **理性思维** **因果推理** 为什么在电动机中改变电流的方向是重要的？

课题3

检查进度

列出你家中电器设备的清单，逐个检查房间，在整一周的时间里记录每件电器设备所使用的时间，在记录表中每件电器设备列一行。记录表中的每一行留出空间，以记录每天该电器的使用时间。你也可以带上铅笔和小本子记录别人家电器设备的用电情况。

技能实验室

动手做

制作电动机模型

有轨电车和食物搅拌机、计算机磁盘驱动器、车库门的启动装置有什么共同之处？表面上看，这些东西毫无联系，但它们都装有电动机，电动机是把电能转化成机械能的设备。在这个实验里，你将动手制作电动机模型。

问题

有轨电车、食物搅拌器、车库门的启动装置、计算机磁盘驱动器都是由电动机来控制的日常设备。那么，电动机是怎样运转的？

技能

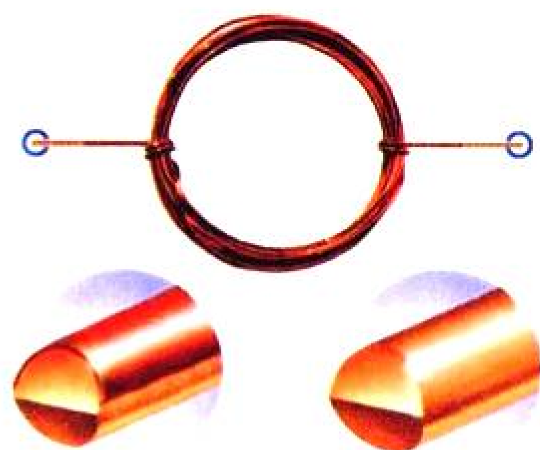
分类、推理、得出结论

材料

1号电池　　两只大回形针
圆柱形的永磁体　　3团黏土
空胶卷筒　　钳子　　砂纸
两根包有绝缘层的导线，每根大约15厘米长
22～24标准规格的漆包线，约1米长

步骤 

1. 用1米长的漆包线绕在胶卷筒上，做成一个线圈。在线圈的两头各留出5厘米长漆包线。
2. 取出胶卷筒，将漆包线两自由端在线圈上绕3、4圈，以防止线圈散开。
3. 用砂纸刮去绕成线圈的漆包线导线两头中的一头，大约2～3厘米长的绝缘漆。



下半部分的绝缘漆刮去　　所有绝缘漆刮去

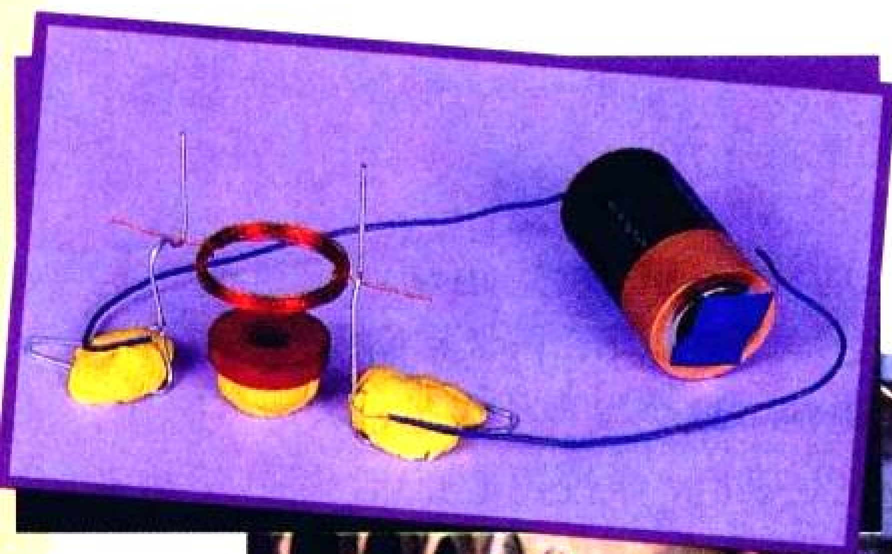
4. 用砂纸刮去漆包线另一头下半部分约2～3厘米长的绝缘漆。参看上面的图例。
5. 如下页的照片所示，弄弯两只回形针。用两个黏土块把它们压住。
6. 将线圈的两自由端放在回形针上，务必使线圈保持很好的平衡。调节回形针和导线使线圈能自由旋转。
7. 用黏土块顶住磁铁，放在线圈的正下方，确保线圈不碰到磁铁而能旋转。
8. 剥去两根绝缘导线两端的绝缘层，用这两根导线把回形针连接到1号电池上。
9. 轻轻推动线圈使其开始旋转。如果线圈不转或转了几秒钟就停下，应进行如下检查：
   - 回形针和电池接触好吗？
   - 线圈朝反方向旋转吗？
   - 线圈是否受到其他设备的影响？

分析与结论

1. **观察** 当电动机装配好并工作时，描述线圈的运动情况。
2. **分类** 你制作的电动机的哪一部分是一块永磁体，描述磁体产生的磁场的区域。
3. **推断** 线圈的一端刮去了所有绝缘漆，而另一端的绝缘漆只刮去了一半，这样做的作用是什么？
4. **推断** 当电动机连接到电池上时，解释磁场是怎样产生的？
5. **得出结论** 磁和电产生怎样的相互作用而引起了线圈的旋转？
6. **交流** 你制作的电动机能产生动转，可是不能做一些实用的工作。思考一个利用你制作电动机来产生运动的物体，研究你是如何改进电动机使物体产生运动，写出利用电动机执行这一任务的改进过程。

实验设计

你已经制作了一个简单的电动机。请列出三个可能影响电动机线圈转动的因素，并设计实验来检验这三个因素。在进行实验研究之前应得到老师的同意。





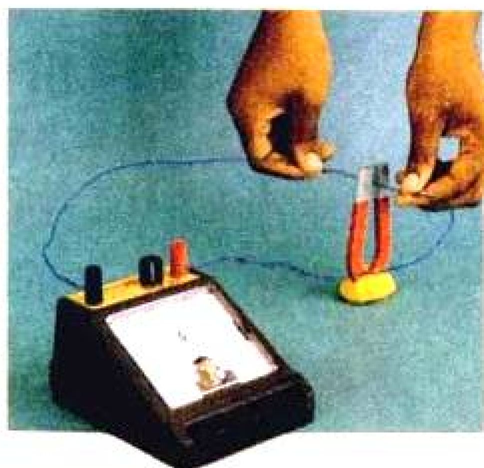
SECTION 2

电流的产生

探 索 **活 动**

没有电池，你能产生电流吗

1. 取一根两头已剥去绝缘层的长1米的导线。
2. 把这根导线与电流表的两个接线柱连接起来。
3. 拿着电线并把它放到一块磁性很强的马蹄形磁铁的两极中间，观察电流表。



4. 使导线在两极之间上下运动，观察电流表指针是否转动。
5. 使导线在两极之间以较大的速度上下运动，再次观察电流表指针转动情况。

思考

提出假设 在哪一步中电流表显示存在电流？提出一个假设，解释为什么没有电池，电流也能产生。必须用“如果……，那么……”这种陈述方式。

阅读指南

- 产生感应电流的原因是什么？
- 发电机与电动机有什么不同？
- 目前用来发电的主要能源是什么？

阅读提示 在阅读之前，先阅读第88页和第89页的“探索能源”的内容，列出所有与电有关的一系列问题。

电动机运转是因为电流能产生运动。反过来，运动能产生电流吗？1831年，科学家们发现，磁场中的运动导体能产生电流。这个发现使人类走入电气时代。现在，世界各地无论是家庭、学校还是商店，都几乎离不开电，用电已极其普遍了。

电磁感应

在弄懂电力公司如何供电这个问题之前，你需要知道电是怎么产生的。请看图3-5，图中显示了放入磁场的一段线圈，这段线圈与一个电流表相连。

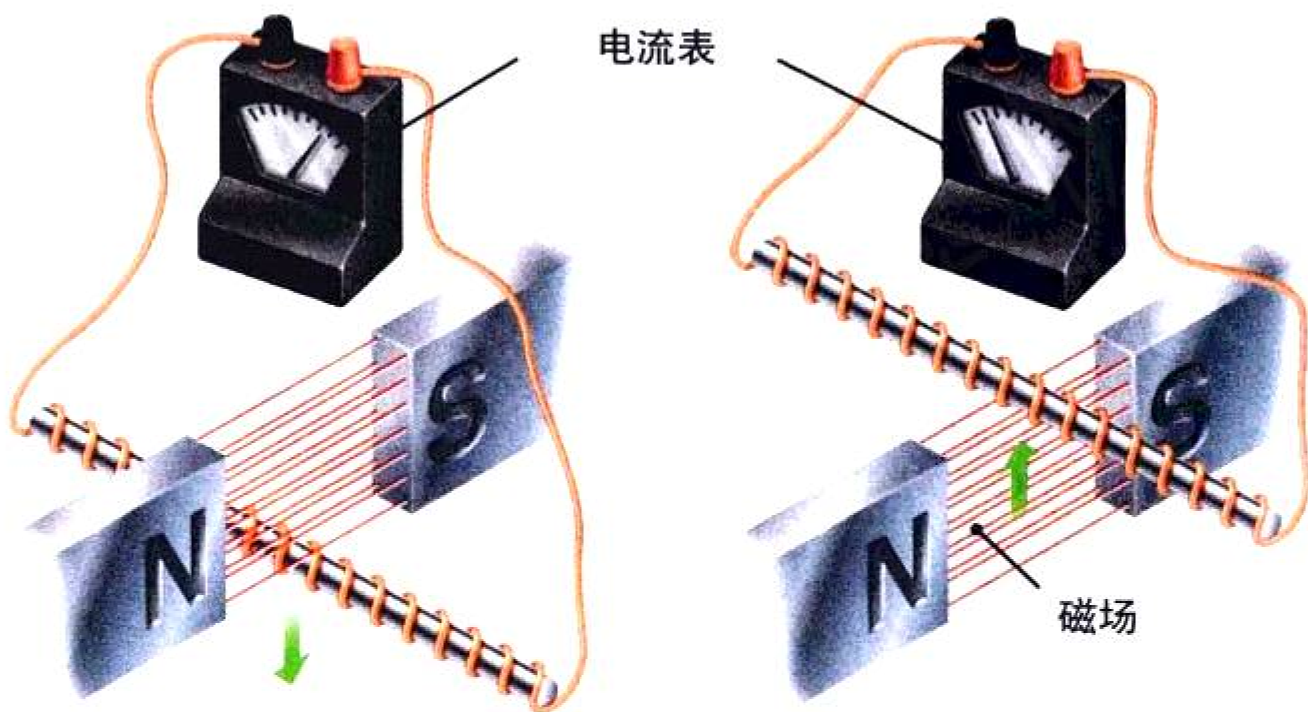


图3-5 当一个线圈在磁场中向上或向下运动时，线圈中感应出电流。

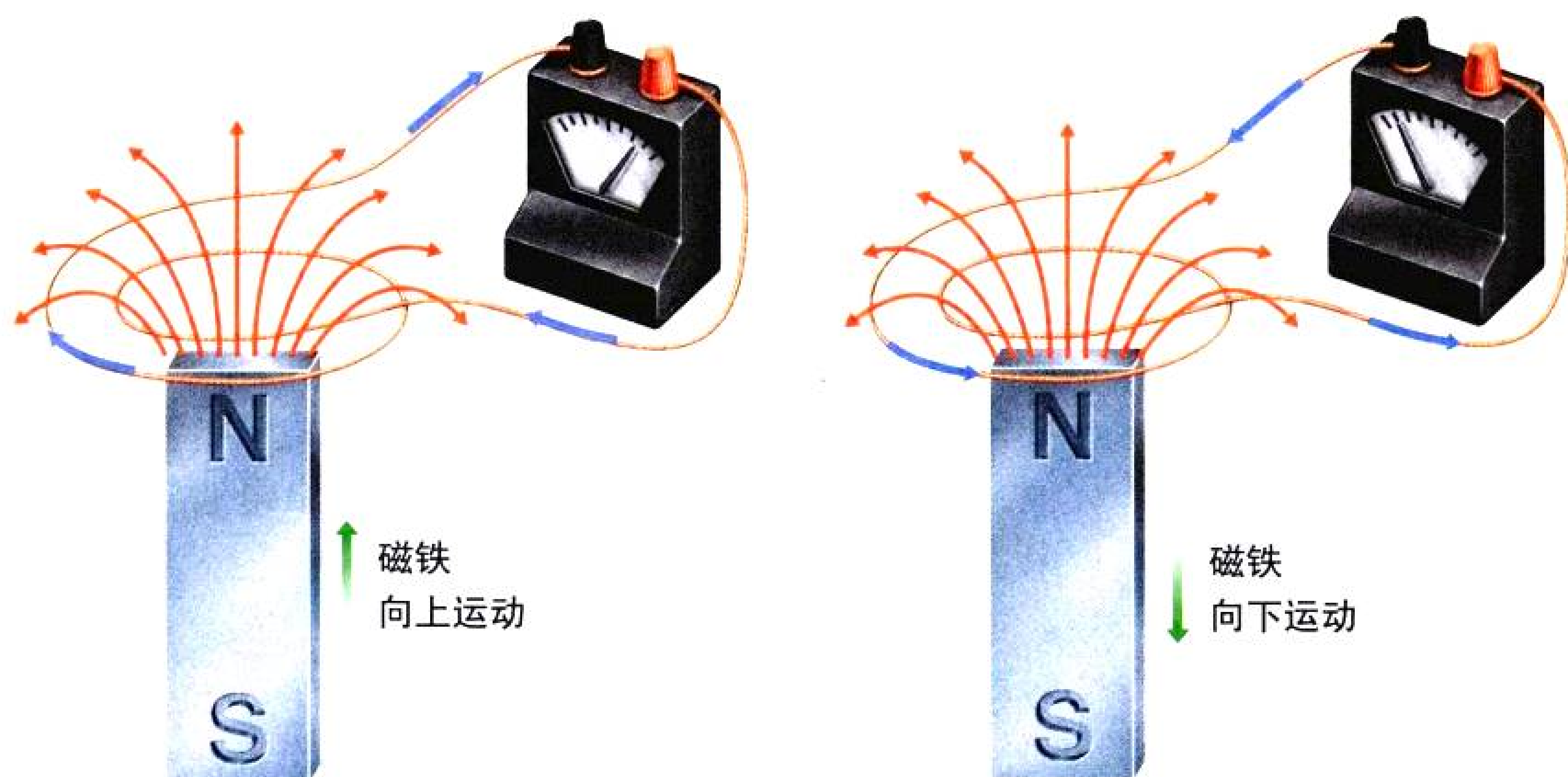


图 3-6 如果将一条形磁铁穿过线圈上下运动，线圈中就会产生感应电流。

图解 *磁铁运动的方向与感应电流的方向之间有什么关系？*

如果拿着线圈不动，电流表显示没有电流产生。但如果线圈上下运动，电流表就显示出线圈中有电流在流动。这个电流是在没有电池或其他电源的条件下产生的！如果你动手做了这个实验，你就能亲眼看到这一现象。

图 3-6 中磁铁作上下运动而线圈不动，其结果和前面的一样，线圈中也产生了电流。

上述实验都是用磁铁产生电流，其中的关键是运动。**当闭合回路的一部分导体做切割磁感线运动时，在导体中会产生电流。**这种运动可以是导体穿过磁场，也可以是导体不动，让磁体运动。

电磁感应(electromagnetic induction)是导体和磁场发生相对运动而产生电流的过程，产生的电流叫做感应电流。

☑ *想一想* ***用线圈和磁铁产生感应电流有哪两种方法？***

交流和直流

感应电流的方向由线圈或磁铁的运动方向决定。例如，在图 3-5 中，如果线圈向上运动，那么电流沿着一个方向流动。若线圈向下运动，电流则向相反方向流动。**感应电流的流动方向可能保持不变，也可能改变。**

试一试

持续的电流 活动

影响感应电流大小的因素有哪些?

1. 取一根1米长、两头绝缘层已剥去的导线。
2. 把这根导线做成线圈，绕15圈左右。
3. 把这根导线的两端连接到电流表或多用电表的电流挡上。
4. 把条形磁体的一极的一部分插入线圈中，观察电流表。
5. 每次变换下列因素：线圈的匝数、磁场的强度、磁极插入的方向，把磁体插进线圈的距离和速度，并观察电流表。

数据解释 哪个变量对你的结果影响最大？哪个最小？为什么？

如果线圈在磁场中上下反复运动，将会发生什么现象呢？线圈中的感应电流也会反复改变方向，这种电流叫**交流(alternating current)**，简称AC。在电路中由来回运动的电荷形成的电流就是交流。家庭电路中的电流就是交流。

由只朝一个方向运动的电荷形成的电流叫**直流(direct current)**，简称DC。电池产生的电流是直流。当把一个电池连接到一个电路中时，电子从电池的一极流出，沿着电路流入电池的另一极。

发电机

发电机(electric generator)是把机械能转化成电能的装置，和电动机的原理刚好相反。**电动机利用电流产生运动，发电机利用运动产生电流。**

交流发电机

图3-7给出的是一个简单的交流发电机模型。当轴转动时，安装在轴上的线圈也在磁场中旋转，使得线圈的一边向上运动，另一边向下运动。这种运动使线圈产生感应电流。电流从线圈的一边流出，从另一边流进。

当线圈转过半周后，线圈的左右每条边在磁场中运动的方向会发生改变。原来向上运动的一边改为向下运动，原来向下运动的一边改为向上运动，结果使线圈中的电流方向也发生改变。发电机就以这样的方式产生交流电。

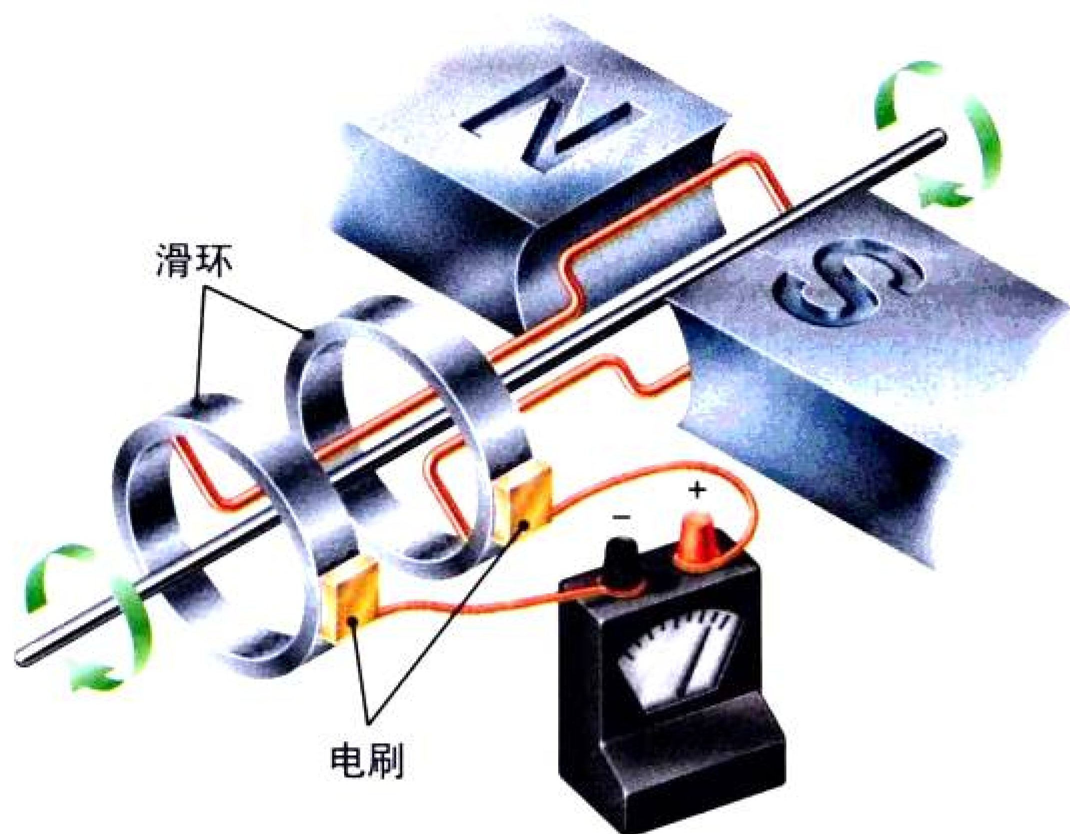


图3-7 在一个简单的交流发电机中，线圈在磁场中转动，线圈中产生感应电流。
运用概念 *这个线圈旋转1周，电流方向改变几次?*

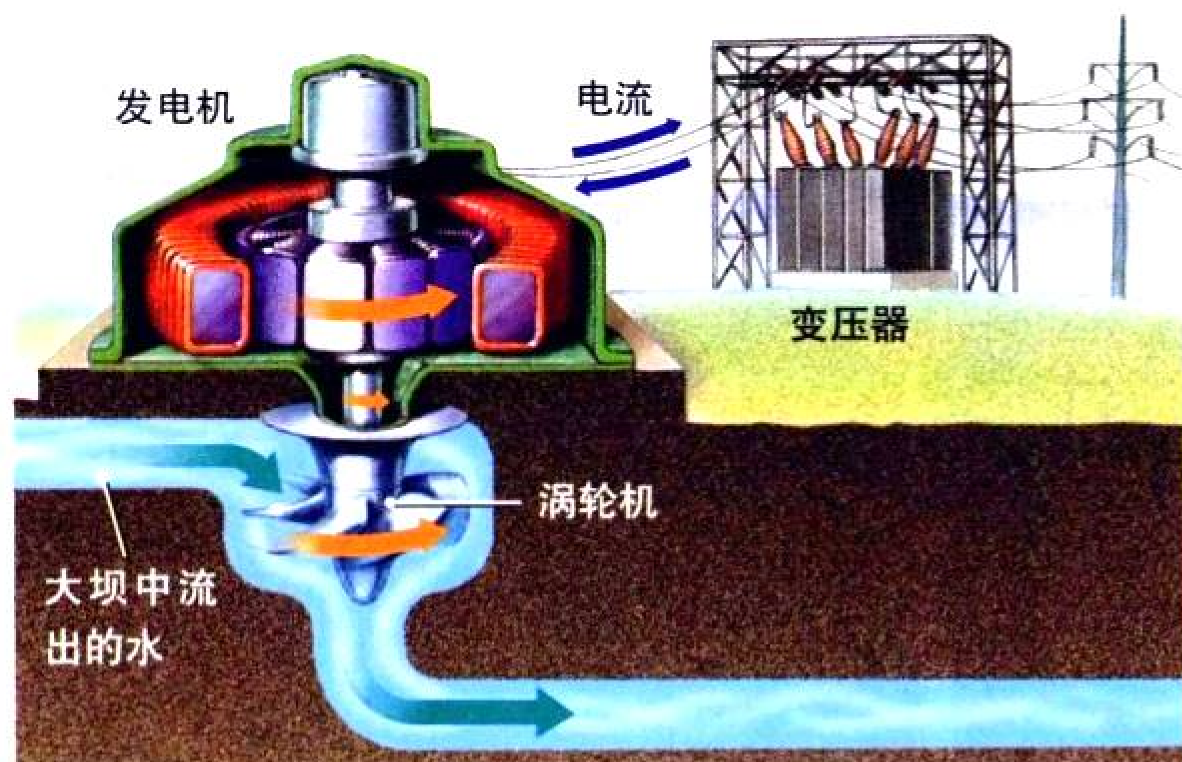


图 3-8 许多情况下发电机都与巨大的涡轮机组合在一起，如图所示。机械能驱动涡轮机转动，使发电机转子转动，发电机线圈中就会产生电流。

当轴转动时电流怎样流过电路的其余部分呢？在发电机中，**滑环 (slip ring)** 和线圈的两端相连。当线圈转动时，滑环也随之转动。滑环与电刷保持良好的接触。电刷被连接到电路的其余部分，就像在电动机中一样。滑环和电刷允许线圈自由转动，也允许电流从线圈流向电路的其他部分。大型发电机使用的转子，与电动机里的转子类似，它由数百个线圈围绕在铁芯上制成。

直流发电机 直流发电机除了用换向器代替交流发电机中的滑环外，其余结构完全一样。在图 3-7 的发电机中，滑环用换向器代替，看起来像第一节中提到的直流电动机。实际上，直流发电机和直流电动机结构完全相同。如果你让电流通过直流电动机，它会旋转。但如果你旋转电动机，其线圈中会产生电流，它就变成了直流发电机。

想一想 ***发电机是什么装置？***

涡轮机

发电机是把机械能转化为电能的装置。发电厂发电时，机械能通常使大的涡轮机转动，涡轮机再带动发电机发电。**涡轮机 (turbine)** 由许多叶片组成，图 3-8 所示的涡轮机看起来就像螺旋桨。

并不是所有的涡轮机都是由水来驱动的。**从大坝中流出的水、空中的风、来自燃料燃烧形成的蒸汽和海潮都能用来驱动涡轮机转动。**下页的“探索能源”给出了目前人类正在利用的一些能源。

增进技能

分 类 活动

1. 把两只手摇发电机用导线相互连起来。
2. 当你转动其中一台发电机的曲柄时，让你的同伴握住另一台发电机的曲柄。
3. 让你同伴转动另一台发电机的曲柄时，你握住你这边的发电机曲柄。不要同时转动两台发电机的曲柄。

哪一台手摇发电机起着电动机的作用？哪一台起着发电机的作用？你怎么知道的？

探索 能源

电力可以以不同的方式产生。不同类型的发电厂将不同类型的能量转变为电能。



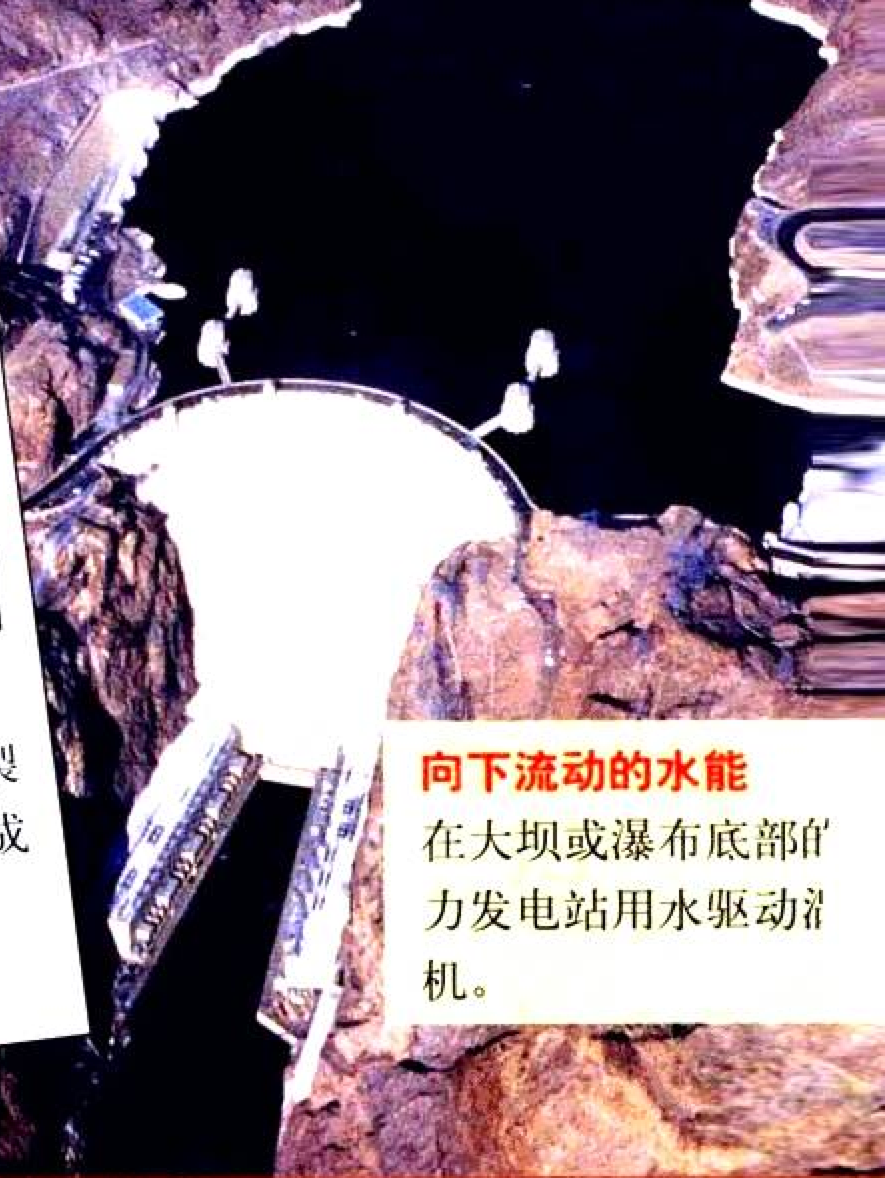
太阳能

太阳光可以通过许多大镜子被聚焦到一个塔上，用以烧水，产生的水蒸气驱动涡轮机。太阳能电池也能聚集太阳能，并将太阳能直接转化为电能。



核 能

原子核中贮存着巨大的能量。当原子核分裂时，释放出来的能量被用来加热水，水变成水蒸气，水蒸气膨胀驱动涡轮机。



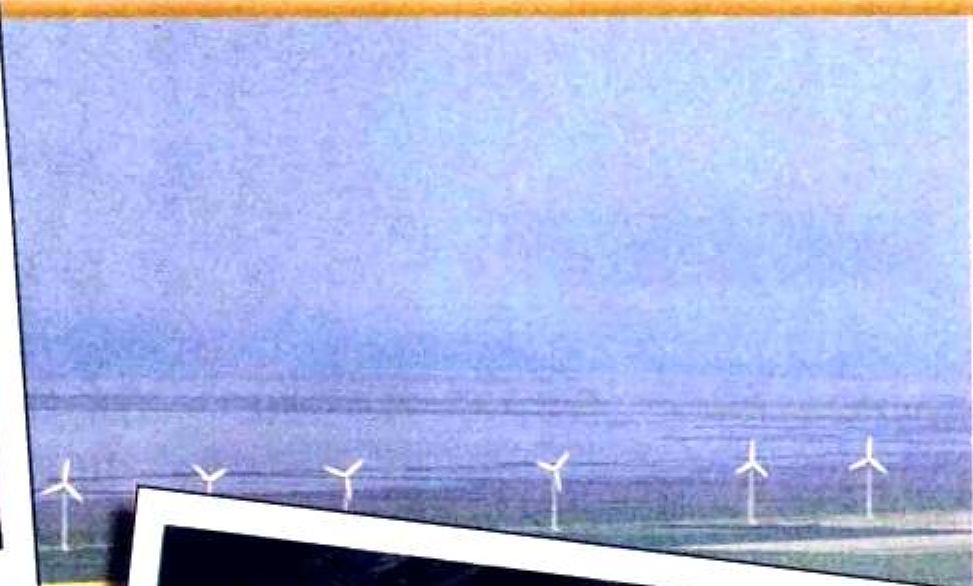
向下流动的水能

在大坝或瀑布底部的力发电站用水驱动涡机。



地热能

在地球上有些地方，地下水被熔岩加热变成蒸汽。这种蒸汽可以通过蒸汽洞口或钻孔引出，用来驱动涡轮机。





化石燃料能

在发电厂里，燃烧煤、天然气和石油产生蒸汽，蒸汽推动涡轮机的叶片，使涡轮机转动。

风 能

风车实质上也是涡轮机。风吹动风车的叶片，叶片转动带动发电机发电。



潮汐能

潮涨潮落使坝后水池中的水流入流出，这种流动的水可用来驱动涡轮机。

发 电

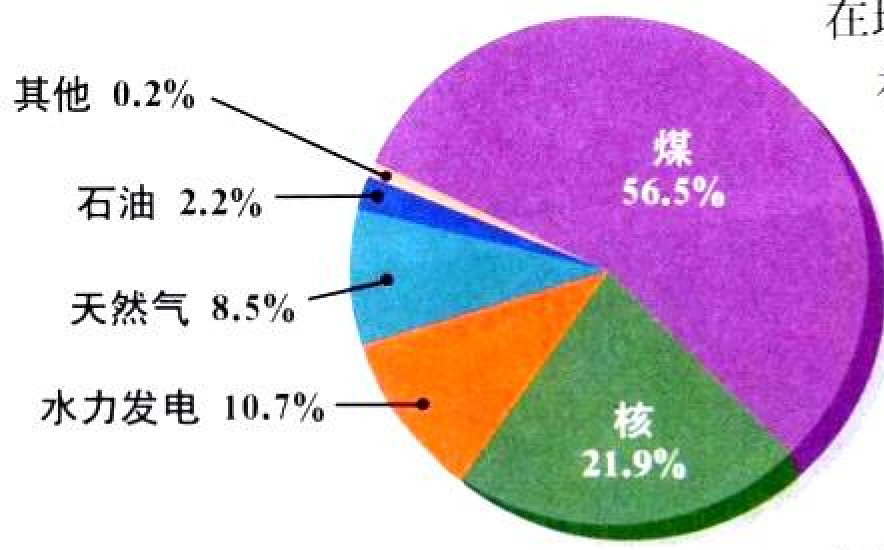


图3-9 这个扇形图显示美国最常用于发电的那些能源。

图3-9显示了美国用来发电的一些主要资源。在地球上，能源受到可获取量的限制，因此并不是所有的能源像其他东西那样用起来稳定。有些能源用来发电的量很小，在美国，只有在某些特定地区，你才可能看到一排排的风车、太阳能反射镜，水坝也不常见。关于图3-9，你必须记住：这仅仅是指用来发电的能源。用汽油来开动汽车，用天然气来取暖，都没有统计在内。

在发电时，发电成本是很重要的一个因素，但也不能仅仅考虑经济问题。图3-10概括了使用这些能源的积极因素和消极因素。

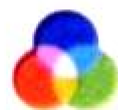
图3-10 理想的能源是没有的，所有的能源都有积极和消极的因素。

解释表格 *水能应用的消极因素是什么？*

能源应用的积极因素和消极因素

能源	积极因素	消极因素
煤	成本适度 蕴藏量大	大矿区集中。采矿毁坏土地和水资源，且对矿工有危险。燃烧煤会产生大气污染。
石油	成本适度 蕴藏量充足	大矿区集中，价格多变。油的泄漏将污染土壤和水。
天然气	成本适度 蕴藏量充足	大矿区集中。
核能	不会引起大气污染	建造反应堆成本昂贵。废料处理是个难题，有发生核泄漏事故的危险。
水电	成本低 无废料	可筑水坝的地区相当少，水坝上游的水淹没了大片土地、扰乱江河中野生动物的生活。
风能	成本低 无废料 用之不尽	风多变，风场需大片土地。
太阳能	无废料 用之不尽	太阳能发电厂成本昂贵，阳光随天气、早晚多变，发电厂需大片土地。
潮汐能	无废料	适合利用潮汐能的地方不多，功率随潮水变化，建造成本昂贵。

在表格中没有给出的一个因素是二氧化碳，燃烧任何化石燃料都会向大气排放二氧化碳。科学家们认为，二氧化碳的排放将会使全球气候变暖，这种气候变化叫温室效应。减少化石燃料的使用将会减少全球气候变暖的危险。



与环境科学的综合 图 3-10 中的一些能源是可再生资源。**可再生资源 (renewable resource)** 是一种在自然界中可以恢复的能源。换句话说，可再生资源的可供应量不是固定的。水是一种可再生资源，因为水的供应可由雨水不断补充，风能、潮汐能、地热能和太阳能也是可再生资源。



图 3-11 这幢房子不需要发电厂的电，这些太阳能电池可产生足够多的电。

其他的一些能源是不可再生的资源。**不可再生资源(nonrenewable resource)**是一种以固定数量的形式存在的资源。不可再生资源的供应量是有限的，一旦用完，资源的供应就不能恢复。化石燃料，如煤、石油等都是不可再生资源。从图3-9可看出，在所有的资源中煤是最重要的。

在你有生之年，世界上的不可再生资源未必会用完，尤其是煤的蕴藏量相当大，美国拥有大约世界上$\frac{1}{5}$的煤。但化石燃料不可恢复，再大的蕴藏量最终也会用完。由于这个原因，并且为了减少全球温室效应的危险，人类使用的能源正在从化石燃料转移到其他能源上。



第二节复习

1. 什么是电磁感应？
2. 说说电动机和发电机的区别和联系。
3. 交流与直流有什么不同？
4. 描述驱动涡轮机发电的不同方法。
5. **理性思维** **对比** 可再生能源与不可再生能源有什么不同？分别举一例加以说明。

课题 3

检查进度

经过1周后，把每一件电器的日使用时间这一行数字加起来。这就告诉你1周中这件电器用电的小时数。

SECTION 3

电的应用

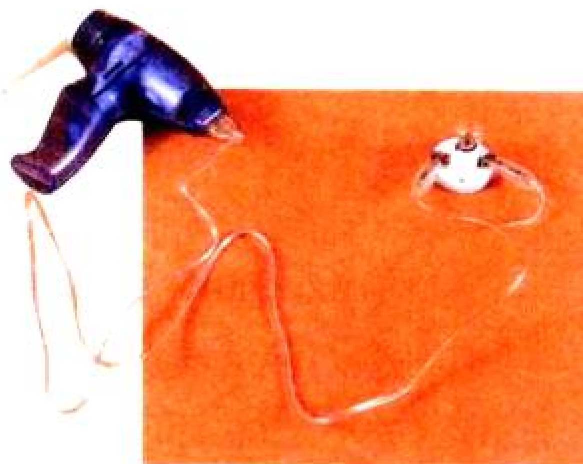
探索 活动

怎样使小电珠更亮

1. 如图所示，把一只带灯座的小电珠连接到一台手摇发电机上。
2. 慢慢转动发电机的曲柄，观察小电珠的亮度。
3. 稍稍加快转动发电机的曲柄，再观察灯泡的亮度。
4. 快速转动发电机的曲柄，再次观察小电珠的亮度。

思考

提出问题 发电机曲柄的转动速率怎样影响小电珠的亮度？为了解释产生电能的速率与小电珠亮度的关系，你应提出什么问题？



阅读指南

- 怎样计算消耗的功率和能量？
- 变压器的作用是什么？
- 什么原因使得交流适合能量的远距离输送？

阅读提示 把这一节的标题作为提纲，阅读时，做些笔记以充实提纲。

当你接通一件电器如烤面包炉、电炉或微波炉时，你就在利用电能。这些电器都把电能转化为热能。当电器和电器内部的部件热起来时，你就能感觉到它放出了热。当你需要热时，总是希望在短时间内有大量的电能转化为热能，这就是说，你需要高的能量转化率。



图 3-12 电焊产生白光，电能转化为热能。

电功率

能量从一种形式转化为另一种形式的速率可用**功率**(**power**)来表示。功率的单位是**瓦特**(**W**)，以发明家詹姆斯·瓦特的名字来命名。在18世纪70年代，瓦特为蒸汽机的发展作出了重要的贡献。

额定功率 你已经熟悉电功率的不同数值。举个例子，一盏明亮灯泡的额定功率可能是100瓦，稍暗一些的灯泡的额定功率也许是60瓦。很明亮的这个灯泡转化(或消耗)电能的速率比稍暗灯泡快。

功率的计算 一只灯泡或一件电器使用的功率取决于两个因素：电压和电流。你可以用电压乘以电流来计算电功率。

功率＝电压×电流

1瓦＝1伏×1安

用P代表功率，U代表电压，I代表电流，这个等式可写成：

$$P = U \times I$$

变形这个等式可以计算电流：

$$I = \frac{P}{U}$$

电流等于功率除以电压。只要知道等式中的两个量，就可以求出第三个量。

普通电器的额定电功率值

电器	功率／W
电炉	3 000
衣服烘干机	2 700
热水器	3 000
洗衣机	1 000
洗碗机	1 000
吹风机	600
电熨斗	600
微波炉	800
咖啡机	1 000
烤面包炉	850
食物加工机	500
电风扇	240
彩电	100
自动定时收音机	12

图3-13 各种电器以不同的功率消耗电能。

解决问题 *如果你使用洗衣机两小时，将要用去多少电能？*

例题

通过一盏电灯的电流大约是0.5安。照明电路电压是220伏，那么这个灯泡的电功率多大？

分析 已知电流和电压，求电功率。

写出公式 $P = U \times I$

替代与运算 ＝**220伏×0.5安＝110瓦**

练习题

1. 一只手电筒中的小电珠用两节1.5伏的电池串联产生0.5安的电流，那么这个小电珠的电功率是多大？
2. 一个吹风机的电功率为1 200瓦，接在220伏的标准电压上，通过吹风机的电流多大？

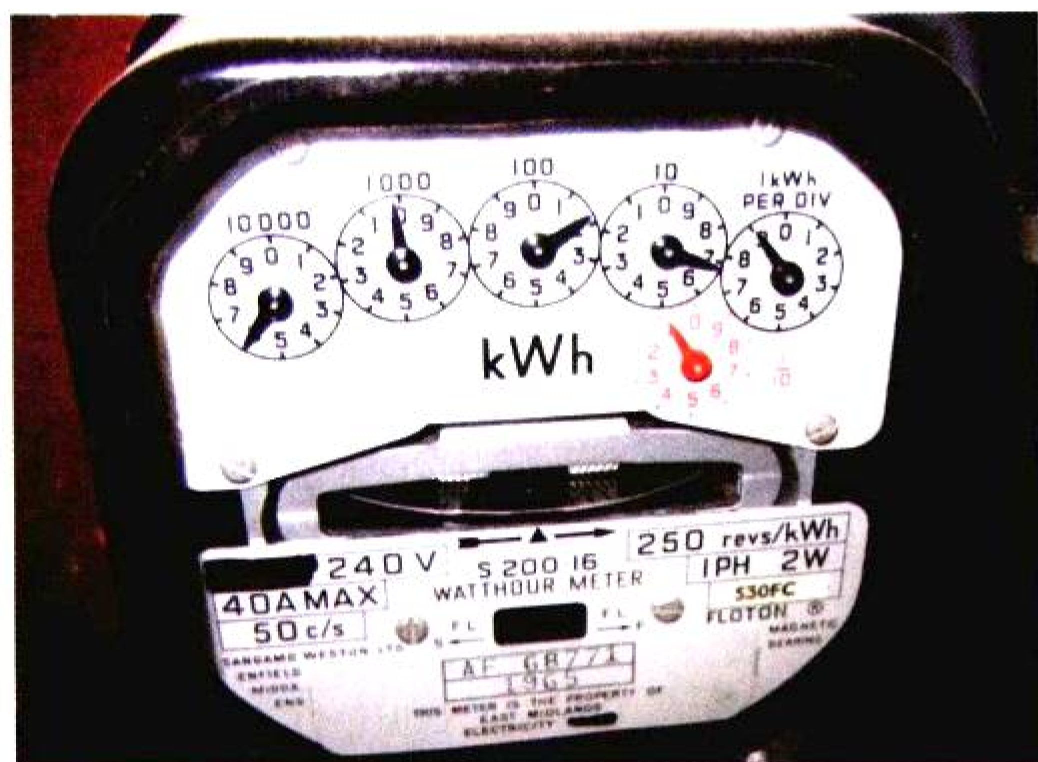


图 3-14 你家总的电能消耗量可以通过如图如示的电能表读出来。

支付电费

送到你家中的电费单是要你支付消耗电能的费用，而不是使用功率的费用。电能的使用取决于功率和时间。有些电器的功率比其他电器要大，而有些电器用电时间更长些。**一件电器用电的总量(电能)等于功率乘以使用时间。**

电能 ＝功率 × 时间

$$W = P \times t$$

电功率通常以千瓦（kW）为单位，时间以小时为单位。因此电能的单位是千瓦 · 时（kW · h）。1 千瓦 · 时 =1 千瓦 × 1 小时

10 盏 100 瓦电灯工作 1 小时，消耗 1 000 瓦 · 时或 1 千瓦 · 时的电能。

用电能表来测量你家使用的电能。你会发现，家里电灯和电器开得越多，电能表转动就越快。电力公司就用这个电能表来记录你家一段时间内用电的千瓦 · 时数量，你再按照每千瓦 · 时需要多少元来支付电费。

变压器

发电需要花费钱，因此，电力公司对输电的有效方式是非常感兴趣的，远距离输电的最有效方式是保持非常高的电压——大约 11 000 伏 ~ 765 000 伏。但用户需要的电压较低（中国的家庭用电电压为 220 伏），这个矛盾怎么解决？

发电厂在把电送上输电线之前，电压必须升高，然后，在分配给用户之前电压必须降低。**升高或降低电压的设备叫变压器。**变压器由两组不相连接的环绕在一个铁芯上的线圈组成。一个线圈叫初级线圈，它被连接到交流电流流出的电路上；另一个线圈叫次级线圈，它与一个单独的没有电源的电路相连。

当电流流入初级线圈时，电流产生磁场。这个磁场随电流交替变化而变化。变化的磁场就像一个运动的磁场，在次级线圈中产生感应电流。

变压器能用在直流电路中吗？不能。只有初级线圈中的电流变化时，变压器才能工作。如果电流不发生变化，磁场也就不会变化，次级线圈中就没有感应电流。

想一想 ***变压器由哪些部分构成？***

改变电压

变压器怎样改变电压？答案与线圈的匝数有关。如果初级线圈和次级线圈的匝数一样，那么感应电压和初级线圈的电压相同。然而，如果次级线圈的匝数比初级线圈的匝数多，那么，次级线圈的电压就比初级线圈的电压要高。使电压升高的变压器叫**升压变压器(step-up transformer)**。

如果次级线圈的匝数比初级线圈的匝数少，次级线圈的电压将比初级线圈的电压低。使电压降低的变压器叫**降压变压器(step-down transformer)**。

降压变压器



升压变压器



图3-16 升压变压器升高电压、降压变压器降低电压。
对比 *比较两种变压器，哪种变压器的初级线圈匝数比次级线圈匝数多？哪种变压器的次级线圈匝数比初级线圈匝数多？*

增进技能

观 察



查看一下你家一些电器的背面和底部，列出这些电器的功率清单。你发现电器的功率和它是否发热有什么联系了吗？

有些电器设备本身含有变压器，如荧光灯、电视机和X射线发射装置等，需要的电压比家庭电路的电压要高得多，因此它们配有升压变压器。另一些电器设备，如门铃、电子游戏机和电话应答机等，需要较低的电压，因此它们装有降压变压器。

科学与历史

直流和交流的争论

现代电力公司用交流和变压器分配电功率。但大约100年前，关于使用交流还是直流的问题曾引发一场大争论。

电力的发展史

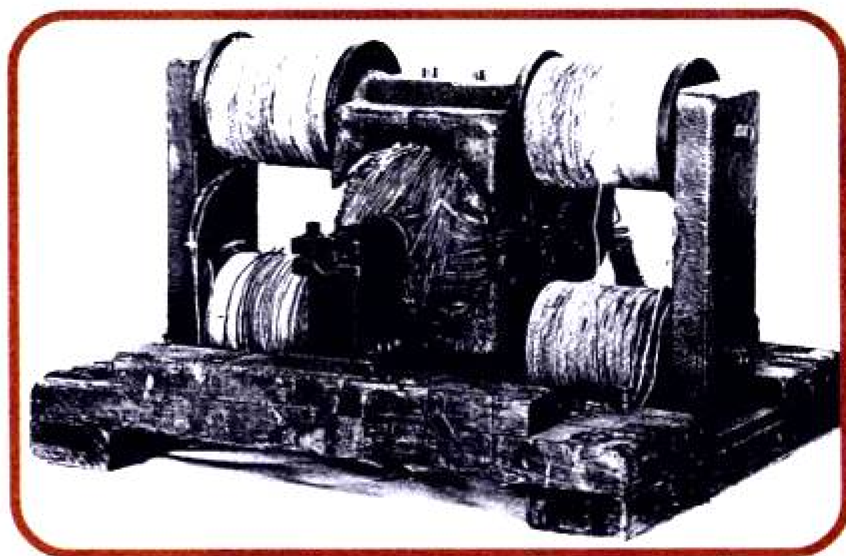
许多科学家为把电从实验室引入日常工作与生活作出了非常重要的贡献。



1820年
电磁学

奥斯特发现电流能够产生磁场。电和磁之间相联系的科学——电磁学正式建立。

1800年 1820年 1840年



1830~1831年
电磁感应

迈克尔·法拉第和约瑟·亨利各自独立地发现了变化的磁场可以产生感应电流。基于感应电流的知识，电动机和发电机的制造才成为可能。

托马斯·爱迪生在纽约市建立的爱迪生电力公司是最早的电力公司之一，它提供大约120伏的直流。在这种电压下，电流通过长长的导线时，由于导线发热将损耗许多能量。因此，爱迪生设计的发电厂规模很小，且离用户要相当近。

一位来自克罗地亚，名字叫尼古拉·特斯拉的年轻移民，是爱迪生电力公司资历较浅的工程师，他强烈地感觉到利用交流来给家庭供电可能是安全的，且更加有效，发电厂可以坐落在较远的地方。升压和降压变压器将允许通过高电压安全地传输电能。

阅读 DIY

查找一些关于迈克尔·法拉第、约瑟·亨利或汉斯·克里斯琴·奥斯特等科学家的详细资料。假定你是其中某位科学家的研究助手，给你朋友写一封信，描述当时的实验过程及使用的设备，说明这位科学家的工作是如何导致惊人发现的。



1893 年

哥伦比亚世界博览会

尼古拉·特斯拉的交流输电系统点亮了芝加哥世界博览会的会场。

1860 年　　1880 年　　1900 年

1882 年

直流



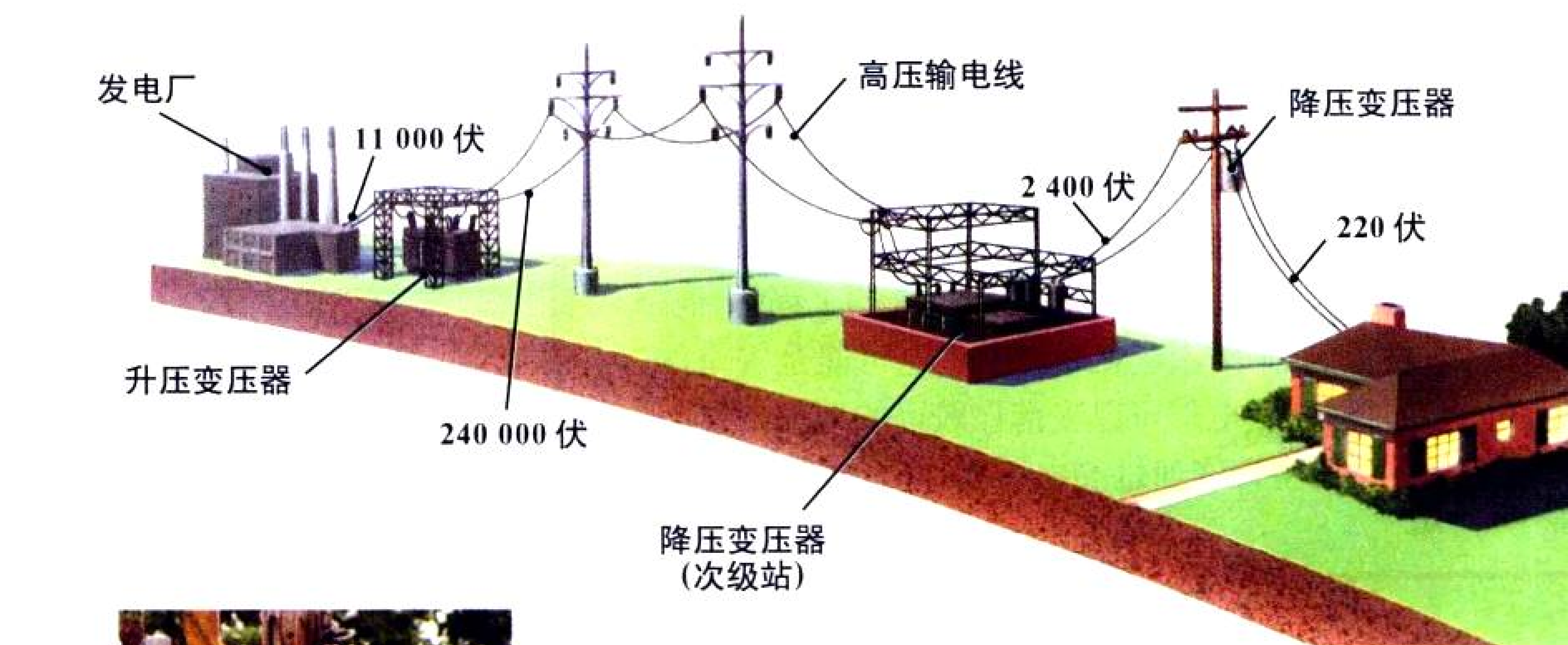
托马斯·爱迪生在纽约市建了一家发电厂，珍珠街发电站由6台直流发电机组成，为大约2.6平方千米的一个小区供电。

1888 年

交流

尼古拉·特斯拉获得交流配电系统的专利。





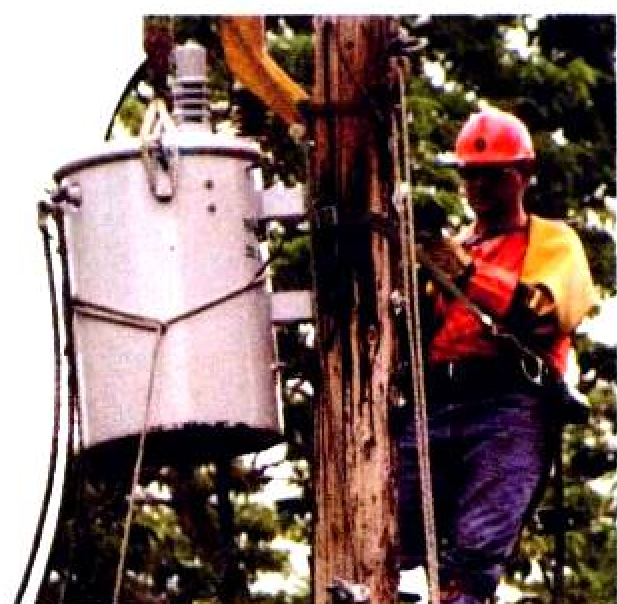


图 3-17 当交流从发电厂输送到你家时，电压经过升高和降低两个过程。照片中工人师傅正在安装一台降压变压器。

借助变压器，使用交流，可以减小远距离输电过程的电能损耗。特斯拉发明了一些设备，包括世界上第一台交流电动机。

爱迪生认为高电压是危险的。他也想保护自己在直流设备方面的投资利益。

究竟哪种形式的电流输送形式更好，这一争论大约持续了15年。特斯拉和实业家乔治·韦斯丁豪斯最终获得胜利。1893年特斯拉和韦斯丁豪斯被邀请用交流点亮芝加哥的哥伦比亚世界博览会的会场。灯光非常明亮！特斯拉和韦斯丁豪斯接着就签了一份利用尼亚加拉瀑布能源的交流配电系统的合同。交流是如此成功，以至于最后爱迪生自己的公司也转向使用交流。自从那时起，交流一直被使用至今。



第三节复习

1. 什么是电功率？如何计算电功率？
2. 电力公司怎样统计耗电量？
3. 变压器怎样工作？
4. 为什么输电过程要用变压器？
5. 理性思维 解决问题 如果一个装满果冻的容器含有相当于约0.5千瓦·时的能量。要是这种形式的能量可以转换成电能，那么可以使一盏15瓦的电灯照明多长时间？

课题 3

检查进度

以千瓦为单位确定你前面所列电器的额定功率。如果电器上没有标明额定功率，你可以通过给出的额定电流和电压求出功率。用功率乘以1周内电器所使用的时间，求出它所消耗的电能。

提醒：*在搜集信息前，要得到大人的许可和帮助，尤其对大功率的用电器更应如此。*



SECTION 4 电池

探索 活动

你能用硬币发电吗

1. 用食醋清洗一枚硬币，洗净你的双手。
2. 用餐巾纸剪出一块 2 cm × 2cm 的正方形纸片，从一块铝箔上剪下相同面积的正方形铝片。
3. 在一杯温水中加一些盐，搅拌到盐不再溶解为止，然后把纸片浸入盐水中。
4. 把这枚硬币放在桌上，把浸湿的纸片放在硬币上，然后把铝片放在湿纸片上。
5. 将电压表红色表笔连接到硬币上，黑色表笔连接到铝片上，观察电压表的读数。

思考

观察 电压表有读数吗？你制作的是什么类型的装置？



阅读指南

- 化学反应怎样产生电流？
- 干电池和化学电池有什么不同？

阅读提示 阅读时，用自己的话给粗体字术语下定义。

发电机是极好的电源，但如果你在路上步行时需要电能，该怎么办？研究者把一台跟踪仪安装在驼鹿颈部，如图 3-18 所示。驼鹿把跟踪仪带进了荒野，还好，跟踪仪里装有电池。在许多装置中电池是相当管用的，这些装置如袖珍收音机、手电筒、玩具和计算器等，当然还有其他的一些装置。在这一节，你将学习有关电池产生电能方面的知识。



图 3-18 一台装有电池的跟踪仪使科学工作者可以跟踪这头有着棕色眼睛的漂亮驼鹿。

最早的电池

发电机把其他形式的能转化成电能，电池也是这样。不过，电池是将化学能转化成电能，而不是将机械能转化成电能。**化学能(chemical energy)**是一种贮存在化合物中的能量。

路易吉·伽伏尼 导致电池的研究是很偶然的。18世纪70年代末，一个名叫路易吉·伽伏尼的意大利物理学家正在解剖青蛙。他用一只黄铜钩钩住蛙腿的肌肉时，无意中钩子碰到了铁栅栏，他发现蛙腿在颤动。为了解释这个现象，伽伏尼假设存在某种 “动物电”， 这种 “动物电”只有在活着的组织中出现。不过，这个假设后来证明是错误的。

亚历山德罗·伏打 一位名叫亚历山德罗·伏打的意大利科学家提出疑问，他认为伽伏尼观察到的电作用其实是化学反应的结果。**化学反应(chemical reaction)**是一种物质变成另一种性质不同的新物质的一个过程。伏打确信两种不同的金属（铁栅栏和铜钩）与蛙腿肌肉中的盐溶液发生了化学反应。

为了证实他的假设，伏打在一块锌片上面放了一块银片。他用一片在盐水中浸过的纸片把这两种金属分隔开。伏打发现，用导线连接这两种金属时，就会产生电流。当他加入更多层的银、纸和锌时，产生了更大的电流。本节开头的探索活动，就是制作一个与伏打所制作的类似的电池。

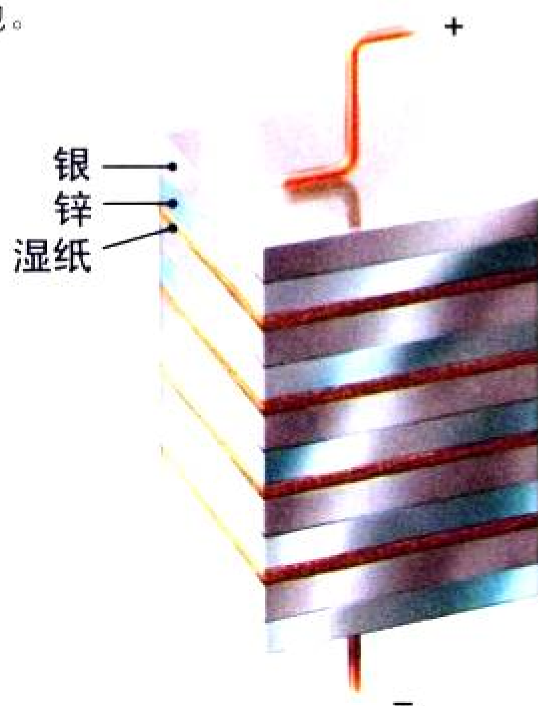




图 3-19 伏打将金属片和纸叠起来，做成了第一个电池。1801年，伏打向拿破仑展示了他制作的电池。

伏打设计并制成了世界上第一个电池。1800年，伏打公布了他的发现。尽管他的电池提供的电比现在制造的电池要弱得多，但它的使用寿命较长。它是现代电池的基础。

☑ **想一想** ***伏打用什么金属制作电池？***

化学电池

在伏打电池中，被盐水浸过的湿纸分开的每对金属片组成了一个化学电池。**化学电池(electrochemical cell)**是一种把化学能转化成电能的设备。化学电池由两种称为**电极 (electrode)** 的不同金属组成，两个电极的一部分浸在电解质中。**电解质 (electrolyte)** 是一种能导电的物质。伏打用银和锌作电极，用食盐溶液作电解质。

简单电池 参看图3-20中的化学电池。在这个电池中，电解质是稀硫酸。

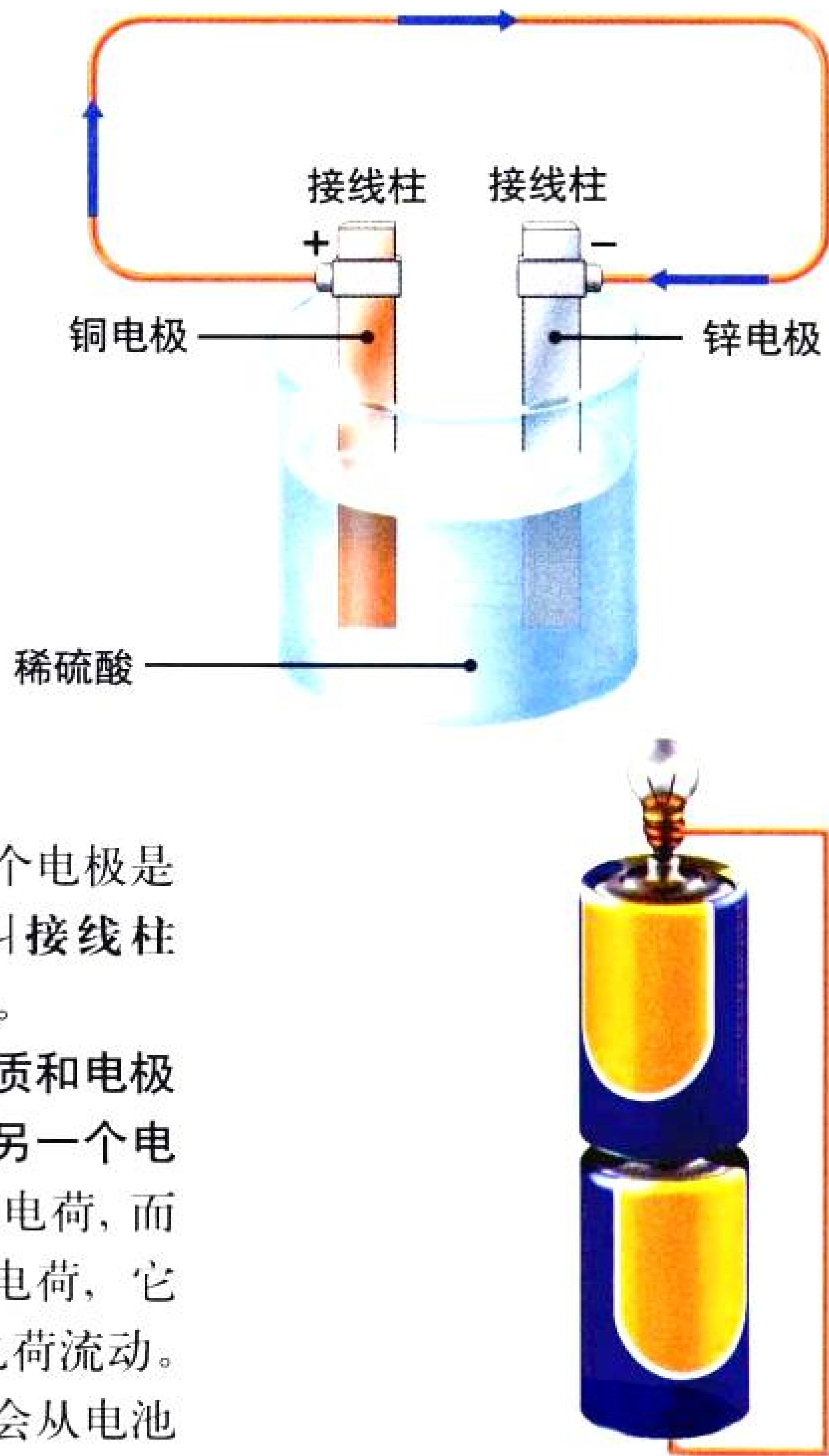
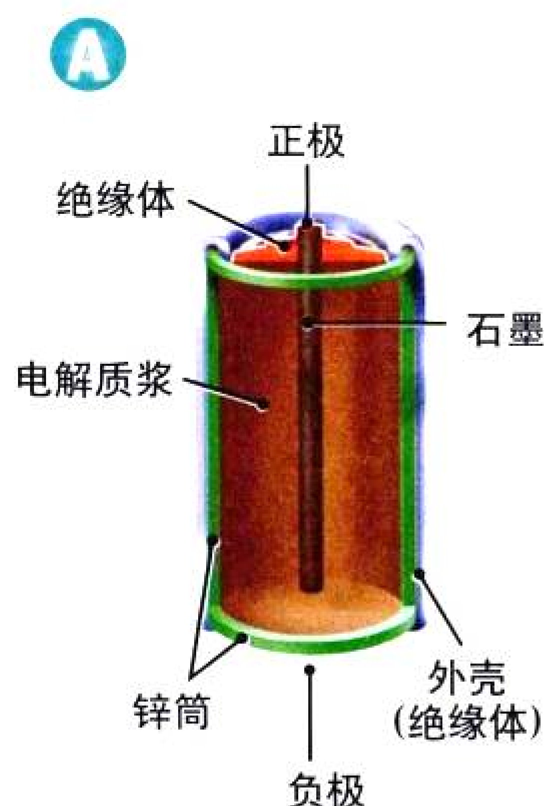


图 3-20 化学电池由不同金属制成的两个电极和电解质组成。
预测 *如果你把两节干电池像手电筒里那样连接在一起，你预计电压会多大？*

在这个电池中，一个电极是铜片，另一个电极是锌片。在电解质表面以上这部分电极叫**接线柱 (terminal)**。用接线柱将电池连接到回路中。

在化学电池中，化学反应发生在电解质和电极之间。化学反应使一个电极带上负电荷，另一个电极带上正电荷。在这个实验中，锌电极带负电荷，而铜电极带正电荷。因为两个电极带相反的电荷，它们之间就存在电压。我们知道，电压引起电荷流动。如果将电极用导线连接到电路上，电子就会从电池的一个电极流向另一个电极。换句话说，化学电池在导线中产生了电流。电荷通过电解质流回，构成一个完整的回路。

怎么知道哪种金属是电池的正极，哪种金属是负极呢？这由所用的金属片决定。有些金属如锌和铝，释放电子进入导线比另一些金属如铜和银更容易，锌和铝一般为负极。



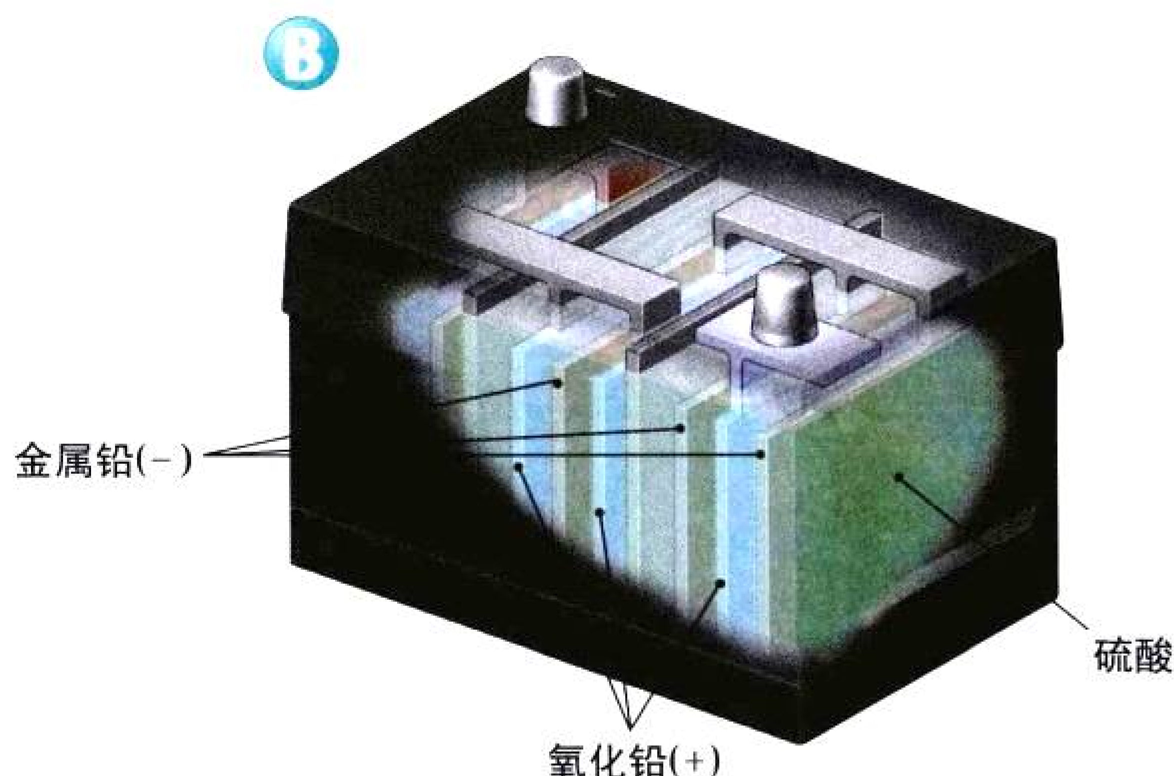


图 3-21 化学电池可以是干的，也可以是湿的。**A.** 这个图显示了普通干电池的组成，干电池的电解质是浆糊状的。**B.** 汽车用的铅蓄电池由若干个湿电池组成。湿电池利用液体电解质。

化学电池的连接 几个化学电池可以组合在一起，组成电池组，**电池组 (battery)** 可以是两个或两个以上的化学电池以串联的方式组合而成。**在电池组中，两个或两个以上的电池以串联的方式连接在一起，一个电池的正极连接着另一个电池的负极。**电池组的电压就是这些电池电压的和。放入手电筒里的两节电池就是用这种方式连接的。电池组的总电压是单个电池的电压和。如果你在手电筒里用两节 1.5 伏的电池，那么总电压就是 3 伏。

湿电池和干电池 有两种形式的化学电池：干电池和湿电池。电解质是液体的化学电池叫**湿电池 (wet cell)**，伏打电池是湿电池，因为电解质是盐水。图 3-21 B 中的 6 伏汽车电瓶由 3 个湿电池组成，在这个电瓶中，电解质是硫酸。更常见的 12 伏电瓶由 6 个湿电池组成。

对于许多设备，使用湿电池是很不方便的。手电筒和其他一些设备就用干电池，而不用湿电池。**干电池 (dry cell)** 的电解质并不是真的很干，而是浆糊状的。图 3-21 A 中的干电池的中央是石墨棒，作为容器的金属筒是锌筒，锌筒里装有一层厚厚的浆糊状电解质，两极装有金属帽，电池的外面用塑料或纸片包裹。

一次性电池和可充电电池

一个化学电池将不断地产生电流，直到电极和电解质被用完为止。在化学电池所发生的反应过程中，原有的物质称为反应物，它将被转化成新的物质。产生的新物质称为生成物。反应物会用完的电池就是一次性电池。

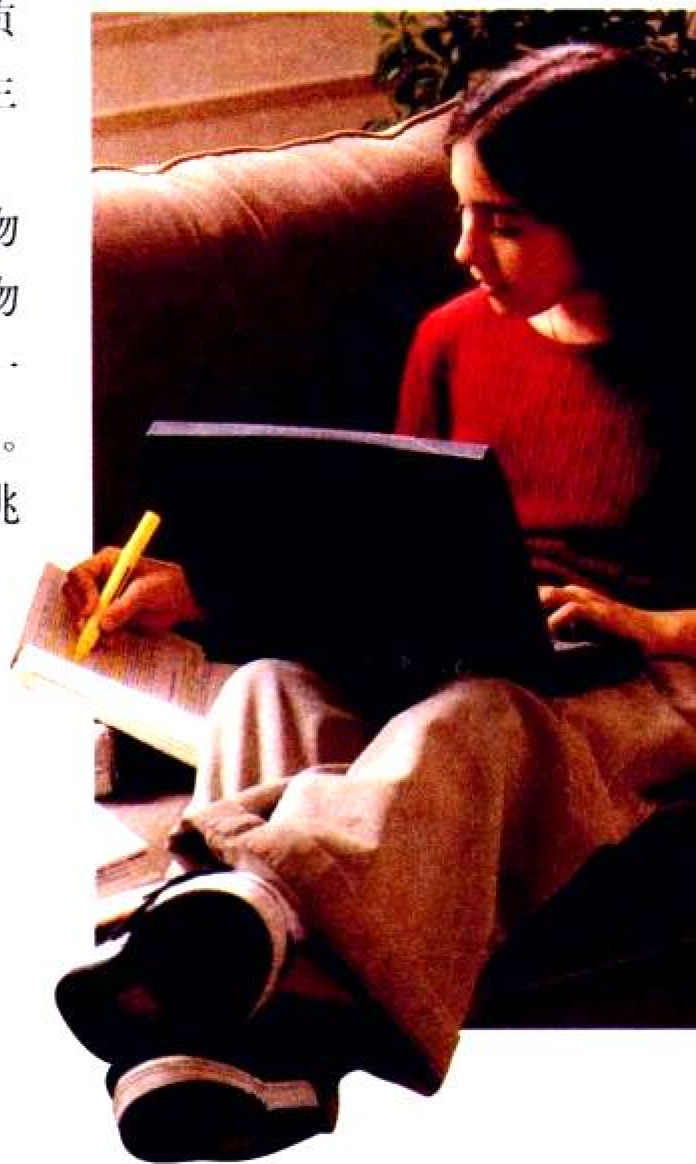
为了使电池能够持续使用，你能把生成物变回反应物吗？有些电池可以做到这一点，在这些电池中无用的生成物能被重新变回有用的反应物，这样的电池称为可充电的。一个电池组可由这些**可充电电池(rechargeable battery)**组成。并不是每一种生成物都能重新变回，电池的电极必须精心挑选，以便能发生逆反应。

生成物变回反应物的逆化学反应并不会自己发生。然而，电能可以引起这种反应，可充电电池利用电流使化学反应的生成物重新变成反应物。

你见过有人没插上电源就启动了笔记本电脑吗？笔记本电脑中的电池是可再充电的。电池一旦用完，可将笔记本电脑的电源线插头插到插座中，插座中的电能引起电池发生逆化学反应。当逆化学反应完成后，电池就充满了电。

有一种类型的可充电电池，它的反应物是镍和镉。镍－镉电池被广泛应用在无绳电话、收音机、影碟机和其他一些要求具有扩展使用功能的设备中。

图 3-22 大多数电池用完后必须丢弃，而可充电电池可反复使用。





第四节复习

1. 描述化学电池的组成，并说明它们是怎样产生电压的。
2. 电池是如何排列组合成电池组的？
3. 湿电池和干电池有何不同？
4. 什么是可充电电池？
5. **理性思维** **运用概念** 有一位工程师建议两个电极都用银来设计一种新型电池，你要对他说点什么？

身边的科学

你能再利用一节废电池吗？用两节旧的1号电池和一个手电筒，按下列方法去操作。用旧电池测试手电筒，观察手电筒小电珠的亮度。然后拿出旧电池，把它们放到太阳光下晒热。大约1小时或更长时间后，再用这两节旧电池测试手电筒小电珠的亮度。比较一下这两次测试中手电筒小电珠的亮度有什么变化。向家人解释电池是怎样工作的，然后讨论一下电池里的化学反应，你观察到的现象表明了什么？

技能实验室

得出结论



长在树上的电

化学电池能把化学能转变成电能。在这个实验中，你要用一个苹果制作一个化学电池，同时训练你的推理技能。



问题

怎样利用家中的一些普通材料，制作简单的湿电池？

技能

建立模型、推理、得出结论

材料

两枚镀锌的钉子，约10cm长
两片跟钉子大小差不多的铜片
3根约30cm长、两端约2cm已剥去绝缘层的导线
两块弹子球大小的黏土
4只衣夹（带弹簧）
两只苹果
装有一节1.5伏干电池的计算器

步骤 

第一部分　一个苹果的电功率

1. 用计算器先做一些计算，以确认它是完好的。
2. 从计算器上取出干电池。
3. 把一枚镀锌钉子插入苹果中，留出约3～4cm的钉子在苹果外面，同时把一片铜片插进苹果。
   提醒：*小心钉尖。*
4. 在钉子露在苹果外的一端上连接一根导线，在露在苹果外的铜片上连接另一根导线。用衣夹夹住，使它们接触良好。
5. 分别把这两根导线的另一头连接到计算器的两个裸露的接线柱上，用衣夹或黏土块使它们接触良好。
6. 试一试计算器能否工作，如果计算器不能工作，检查一下接触是否良好。
7. 互换连接到计算器上的两根导线，务必保持接触良好。试一试计算器能否工作。
8. 如果你使得计算器能工作，试着用它做一些计算。如果不行，继续你的实验。

第二部分　两个苹果的电功率

9. 重复第 3 和第 4 步骤，再用第二个苹果、钉子、铜片和两根导线制作另一个苹果电池。
10. 用不同的方式连接第二个电池进行试验，直到计算器能工作。
11. 如果你用两枚镀锌的钉子插入苹果中，没有铜片，你认为苹果电池会工作吗？设计实验并作出回答。

分析与结论

1. **建立模型**　画出第一部分和第二部分的电路图。
2. **推断**　苹果电池的组成和普通化学电池有什么相似？
3. **推断**　用一只苹果提供电力的计算器，它的工作情况怎样？如果用两只苹果电池，情况又怎样呢？你怎样解释它们之间的不同？
4. **推断**　用苹果电池给计算器供电和用干电池给计算器供电，计算器工作一样吗？
5. **推断**　苹果电池是用两枚钉子进行工作的吗？为什么？
6. **得出结论**　分别是苹果电池的哪些部分相当于干电池的正极、负极？你怎么知道的？
7. **交流**　互换连接到计算器上的导线，会发生怎样的结果？为什么你认为是这样的？

进一步探索

只有苹果这种水果能被用来产生足够的电去启动计算器吗？试一试橘子、柠檬、西红柿或其他水果。苹果电池能驱动其他仪器或设备工作吗？试一试小玩具、电子游戏机或电子钟。

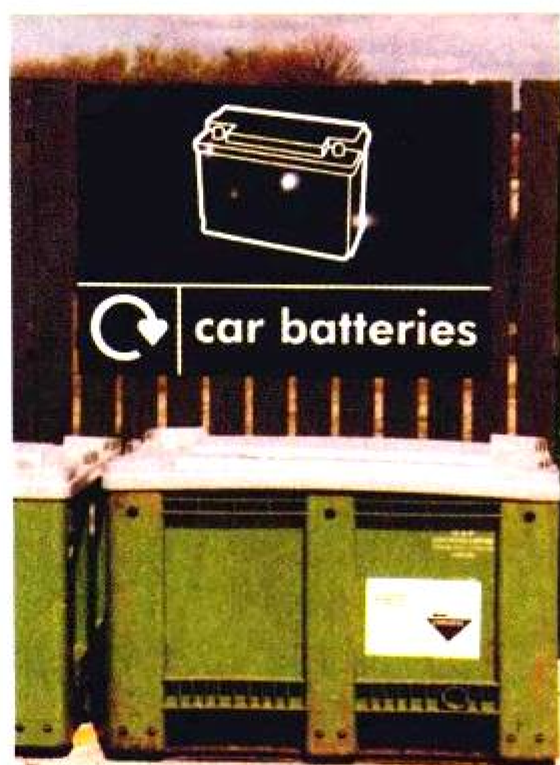
提示：*苹果电池产生的电压比较低。*



废电池的安全处理

从手电筒、玩具到照相机和计算器，每一件都需用电池，美国人每年要用掉的电池超过20亿节。电池用完后，大多数被人们扔进垃圾堆里，废电池最终被埋在垃圾填埋场或在焚化炉中烧掉。

废电池含有毒金属，如汞和镉，汞损害人的神经系统，而镉能致癌。当废电池在填埋场被弄破时，有毒金属会散落到土壤里，最终这些有毒金属会进入供水系统。在焚化炉里焚烧电池也不好，因为焚烧电池时，这些有毒金属会散发到空气中。那么，处理废电池最安全的方法是什么呢？



论　点

哪种类型的电池最好　碱性电池被用在玩具、手电筒、收音机和手表中。这些电池含有汞，尽管有些是可充电碱性电池，但一旦用坏了，大多数最终还是被扔掉。

镍－镉（Ni-Cd）电池常用于游戏机和无绳电话中，这些电池含有镉。镍－镉电池是可充电的，一节镍－镉电池使用寿命相当于12节一次性使用的碱性电池的寿命。它们仍不能长久用下去，最终也会报废，报废的电池必须加以处理。

人们应当在什么地方处理废电池　环保专家指出，废电池应该从普通的垃圾中单独分离出来收集在一起，在危险品填埋场安全地得到处理。这些填埋地点，必须在废品的下面铺上黏土或其他材料，防止有害物质渗漏到土壤和水中。

一些城市把废电池收集起来放在收集中心，一些商店也提供了特殊的处理方法和再循环。然而，即使提供了废电池的收集方法，许多人为了自己的方便，还是把它们扔到垃圾堆里。

该怎么办　一些政府官员想通过法律来要求制造商减少电池中有害金属的含量。目前，大多数国家没有这种法律。在过去的20年中，制造商在碱性电池中已经降低了20%的汞用量。

地方政府可以对不遵守废电池处理规则的人进行罚款，但是执行废电池处理规则的费用很高，这还涉及检查每个人的垃圾，这可能侵犯人们的隐私。一些国家明确要求制造商收集并重新利用废电池，但这个过程对厂家来说代价很高，导致电池的价格上涨。

在人们寻找解决废电池处理方法的同时，废电池正越积越多。

你的观点

1. 发现问题

用你自己的话来说明安全处理废电池的问题。

2. 分析原因

考察改变废电池处理规则和改变生产电池的材料的利和弊。这两种情况，分别会影响到哪些人？

3. 解决办法

你的社区正在讨论处理废电池的问题。写一篇演讲稿，表达你的观点。

学习指南

SECTION 1 电、磁和运动

知识要点

- 磁场对通电导线有磁力的作用，引起导线运动。
- 电流表利用作用于通电线圈上的磁力使指针转动，用刻度来计量电流值。
- 电动机把电能转化成机械能。

关键术语

能量　电动机
电能　换向器
机械能　电刷
电流表　转子

SECTION 2 磁生电

知识要点

- 闭合电路的一部分导线放入一个运动或变化着的磁场中，导线上会产生感应电流。
- 只沿一个方向流动的电流叫直流，方向会改变的电流叫交流。
- 发电机把机械能转化成电能。
- 机械能用来驱动涡轮机，这种能可由向下流动的水、化石燃料、风、太阳能、海潮或地热提供。

关键术语

电磁感应　滑环
交流　涡轮机
直流　可再生资源
发电机　不可再生资源



SECTION 3 电功率

知识要点

- 可用功率表示能量从一种形式转化成另一种形式的速率。用电压乘以电流来计算功率。
- 变压器用来升高或降低交流电压。
- 交流可以有效地传输电能，因为它的电压可以升高，也可以降低。

关键术语

功率
变压器
升压变压器
降压变压器

SECTION 4 电池

与化学的综合

知识要点

- 化学电池由两种不同的金属片(电极)和能导电的电解质构成。
- 化学反应引起两个电极带上相反的电荷，与两电极相连的电路中有电流流动。
- 为了增大电压，将两个或更多个化学电池以串联的方式连接在一起，组成电池组。

关键术语

化学能　接线柱
化学反应　电池
化学电池　湿电池
电极　干电池
电解质　可充电电池



活动

相关网站

www.science-explorer.phschool.com

第3章复习

复习题

选择题

选出最佳答案。

1. 下列将电能转化成机械能的装置是_____。
   a. 电动机　b. 发电机
   c. 变压器　d. 电池
2. 下列将机械能转化成电能的装置是_____。
   a. 电动机　b. 电流表
   c. 发电机　d. 换向器
3. 下列改变交流电压的设施是_____。
   a. 变压器　b. 电动机
   c. 发电机　d. 电流表
4. 电功率等于_____。
   a. 能 × 时间　b. 电压 × 电流
   c. 能 × 电流　d. 电流 ÷ 电压
5. 化学电池中的金属片叫做_____。
   a. 电解质　b. 电极
   c. 转子　d. 电刷

判断题

如果叙述正确，写“T”，如果错误，写“F”，并修改划线部分。

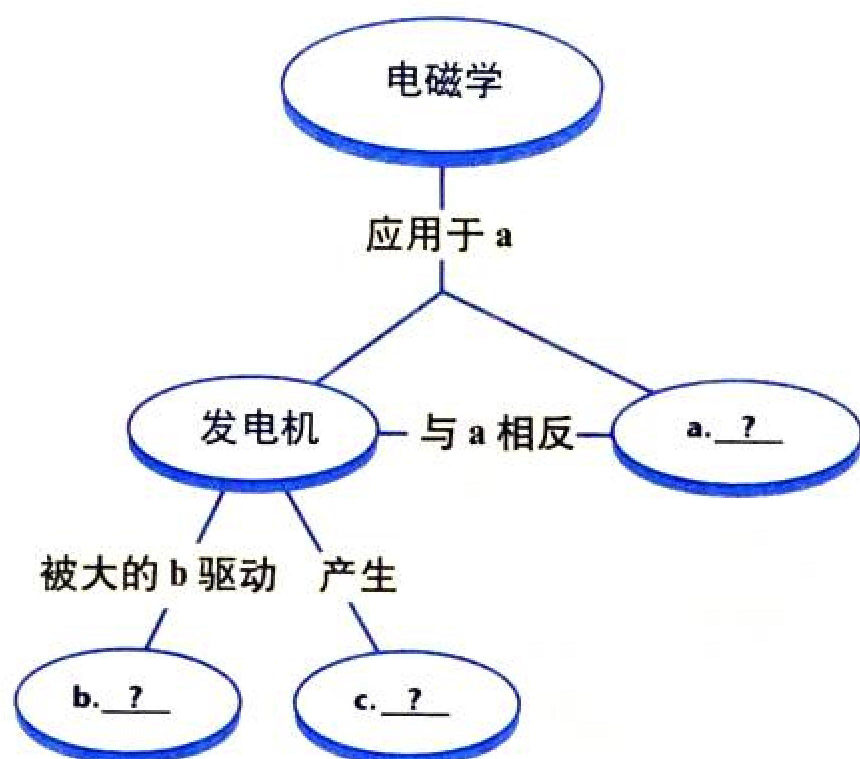
6. 通过改变磁场产生电流，叫做静电感应。
7. 绕在一个铁芯上的几个线圈构成电动机的转子。
8. 发电机将贮存的化学能转化成电能。
9. 大型发电机常利用蒸汽获得机械能。
10. 能量从一种形式转化成另一种形式的速率叫做千瓦·时。

简述题

11. 电流表与电动机有什么相似之处？有什么不同？
12. 电动机中的换向器和电刷有什么作用？
13. 描述交流发电机的原理。
14. 比较交流和直流的异同。
15. 在发电过程中，使用涡轮机的目的是什么？
16. 煤、风力和核动力的优点和缺点分别是什么？
17. 电力公司把电输送到你家的过程中，变压器起到什么作用。
18. 什么是化学反应？化学反应与电池有什么联系？
19. **科技写作** 有时你可能认为一切能够发明出来的东西都已存在，在19世纪80年代，许多人也是这样想的。为报社写一篇文章，设想发电机和电动机的新用途。

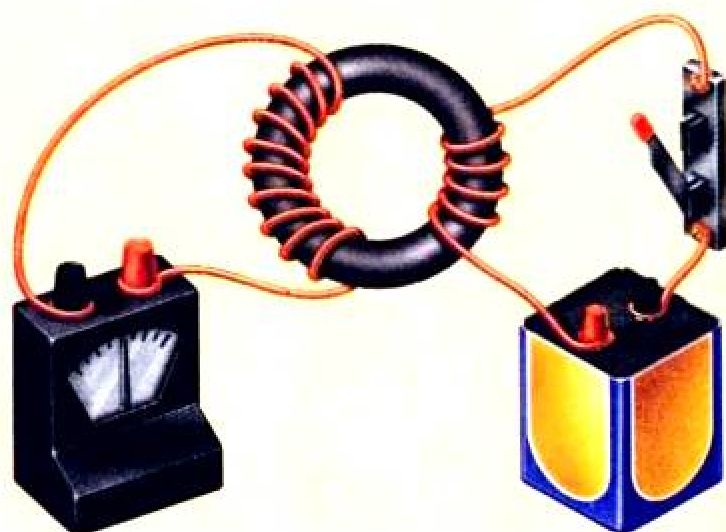
形象思维

20. **概念图** 把这个关于电磁学的概念图画在一张纸上，然后完成图中的填空，并加上标题。（关于概念图的更多知识，请看技能手册）



运用技能

根据下图回答 21 ~ 23 题。



21. 分类 图中所示的是什么类型的变压器？你是怎么知道的？

22. 推理 哪个线圈是初级线圈？哪个线圈是次级线圈？

23. 预测 当开关闭合时，电流表显示什么现象？开关断开时呢？为什么？

理性思维

24. 运用概念 怎样改进电池以产生更高的电压？

25. 解决问题 一辆轿车用的电瓶的电压是 12 伏。当车发动时，电瓶产生 40 安的电流。这辆轿车发动时的功率多大？

26. 对比 比较下面两盏灯使用一年的费用。假设每盏灯每天用电 5 小时，每年以 360 天计算。电费价格是 0.53 元／千瓦 · 时。

a. 一只100瓦的白炽灯泡，价格为 2 元。

b. 一支 20 瓦的日光灯，价格为 18 元，但能提供与 100 瓦白炽灯泡一样的亮度。

27. 画图 画一幅电动机或发电机的示意图，要求标出线圈中电流的方向和线圈转动的方向。

第 3 章 复 习

学 习 评 估

课题 3 总 结

成果展示 以比较形象的方式向全班同学展示你的能源测算的结果，可画柱形图、扇形图或折线图显示电器和它们所用的电能。一周中哪个电器消耗的电能最多？把一个功率为800瓦的电器和功率更高的电器作一比较。它们有什么共同之处？这个结论对那些比较节俭的用户有什么帮助？

思考与记录 在笔记本上，列出计算电费的方法。你会遇到什么问题？不能得到什么信息？

实践活动

在社区 请一位电力公司的专家作报告，事先记下至少10个有关发电和输电的问题，与班里其他同学一道选择最好的问题。在老师的许可下与电力公司联系，并举行班级见面会。用一本小册子，收集所有的资料，并准备一份墙报汇报你们所学到的知识。

第四章

电子学



主要内容

SECTION 1 电子信号和半导体

探索 你能用手电筒发送信息吗

增进技能 交流

技能实验室 设计电传感器

SECTION 2 电子通信

探索 你看见电视机屏幕上的雪花斑点了吗

SECTION 3 电子计算机

探索 你的计算有多快

增进技能 计算

技能实验室 硬币计算器

课题 4

研究电子计算机的原理和应用

红狼是非常聪明的动物，但它们的生存正受到威胁。由于佩戴电子仪器，科学家可以跟踪它们，以便更好地保护它们。同样，由于有了电子设备，你可以坐在舒适的空调房里接收来自数千里外的电子邮件。

在这一章里，你将学习并了解电子计算机的结构、电子计算机的工作原理，以及它们的用途。当你学完这一章后，你将提出电子计算机的一些新的应用计划。

课题目标 研究现有的电子计算机应用情况，提出新的、详细的电子计算机应用计划。

课题必须：

- 说明现有的电子计算机应用，并解释电子计算机带来的好处；
- 解释怎样通过电子计算机接收及输送数据；
- 当你实施新的电子计算机应用计划时，叙述每个步骤。

课题准备 与同学一起讨论有关目前电子计算机的应用情况。写出一些使用程序信息的仪器，如自动定时开关收音机、银行自动点钞机和超市条形码扫描仪等。

检查进度 在学习这一章内容时，进行这个课题的研究。为了保证按时完成课题，在以下几个阶段检查进度。

第一节复习 第 118 页 研究电子计算机的应用。

第二节复习 第 135 页 提出一项新的电子计算机应用计划。

总结 在这一章结束(第 145 页)，你将向同学们叙述电子计算机现有的应用情况，并提出新的应用前景。

匹红狼佩戴着一项圈，项圈会给科家发送无线电跟信号。

与技术科学的综合

SECTION 4 信息高速公路

探索 电子计算机有多么重要

试一试 设计你的网页

SECTION 1

电子信号和半导体

探索 活动

你能用手电筒发送信息吗

1. 在一张纸上写一短句。
2. 莫尔斯电码是一种用点和划来传达信息的语言。利用右边的国际莫尔斯电码图表把你的一句话转换成点和划的形式。
3. 快速地打开、关闭手电筒表示点，手电筒打开稍长一段时间表示划。练习使用手电筒表示不同的字母。
4. 用手电筒把你的句子传送给你的合作者，请你的合作者翻译、写出你发出的这句话。

国际莫尔斯电码

A	B	C	D	E	F	G
·–	–···	–·–·	–··	·	··–·	––·
H	**I**	**J**	**K**	**L**	**M**	**N**
····	··	·–––	–·–	·–··	––	–·
O	**P**	**Q**	**R**	**S**	**T**	**U**
–––	·––·	––·–	·–·	···	–	··–
V	**W**	**X**	**Y**	**Z**		
···–	·––	–··–	–·––	––··		

思考

推理 你能用光传递信息吗？光信息和大声朗读这两种表达方式有什么不同？

阅读指南

- 电子学与电学有什么联系？
- 什么是模拟信号和数字信号？
- 半导体怎样用于固态元件中？

阅读提示 阅读时，用自己的话写一个短语，描述粗体字术语。

不管住在哪里，你都离不开电子设备。收音机和电视机是电子设备，视频摄像机和电话机也是电子设备，在微波炉里制作爆米花也需要电子设备。没有电子设备，甚至连汽车发动机都发动不起来。

大多数电子设备都连接到电源上。你可能会问：它们为什么不叫电器？电器和电子设备使用电流的方式不同。

电学与电子学

到目前为止，在本书中你已学习了电学的一些知识。电器需要持续不断的电流，电灯是电器，因为它依赖于持续的电流才能工作。

电子学 (electronics) 利用电来控制、传送和处理信息，**电子学是把电流作为输送信息的一种手段。** 本节开头的探索活动，就是通过打开、关闭一束光来发送信息。通过打开、关闭手电筒来控制电流，你将手电筒当作了电子设备在使用。



图4-1 电子控制广泛应用在许多电子设施中。

电子信号

电子学以**电子信号(electronic signal)**为基础，**电子信号是用变化着的电流来表示信息。**任何可以被测量或计数的事件，不管它跟电有没有联系，都可以被转换成信号。

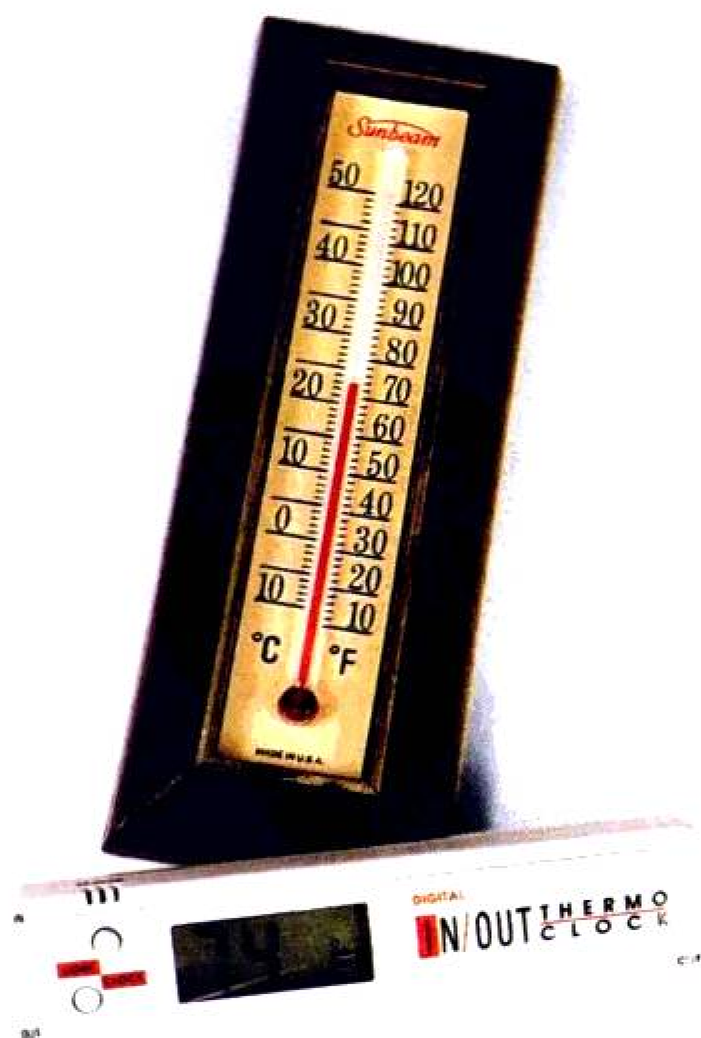
有两种基本类型的电子信号：模拟信号和数字信号，温度计可以很好地说明模拟信号和数字信号的区别。

模拟设备和数字设备 你可能看到过两种不同类型的温度计。一种通过玻璃管中液体的高度来表示温度，液体的高度随着温度平稳地上升或下降，这是一种模拟温度计。另一种类型的温度计见右下图，这是一种数字温度计，它显示表示温度的数字。

数字温度计上的数字几分钟或许几小时都不变，然后，会突然发生变化。你也许知道温度并不是真的如此突然地发生变化，但这种温度计只能表示最接近实际温度的温度值，因此，温度变化看起来是跳跃式的。

模拟信号和数字信号 模拟和数字这两个术语常被应用于用电流来传送信息。就像表示温度有两种方式一样，电子信号也有两种类型。在**模拟信号(analog signal)**中，用一个平稳地变化的电流来表示信息。**当电流平稳地改变或变化时，模拟信号就产生了。**

图4-2 这两种温度计分别是模拟设备和数字设备的例子。
运用概念 *模拟钟和数字钟分别属于模拟设备还是数字设备?*



音　乐

链　接

当乐器的一部分振动时，就发出声音。例如：鼓是通过鼓皮振动发声的。在电子乐器中，我们则利用电子信号发声。

阅读 DIY



听电子乐器和普通乐器的录音。有可能的话，请人为你演奏这两种乐器，描述每种类型的仪器(乐器)发出的声音。它们有什么相同？有什么不同？你更喜欢哪一种？

在**数字信号(digital signal)**中，用电流的脉冲来表示信息。**数字信号是由一个有步调变化的电流构成的，**数字信号通过脉冲来传送信息，而不是用电流的平滑变化来表示信息。本节开头的探索活动，就是用手电筒灯光的脉冲来表示字母。

录音　图4-3中的照片表示一种模拟录音。当你放一张老式塑料唱片时，唱针沿着螺旋形的纹道滑动。当唱针在纹道中滑动时，产生一个小电流，这个电流大小随唱片中纹道的波纹形状变化而变化。

唱针产生的电流形成一个模拟信号，在翻译录制在唱片上的信息时，这个模拟信号大小不断发生变化。模拟信号再被输入到放大器中放大，然后通过扬声器把信号转换成声音。

如图4-4，你可看到CD片跟塑料唱片是不同的。CD片上面有凹痕，凹痕之间是平面。这些凹痕和平面像螺纹一圈圈排列着，与唱片上的纹道相似。尽管你从图上辨别不出来，但CD片上的螺纹线被分割成相同的长度，每段被分割成的螺纹线中的凹痕和平面的排列就是一个代码，每一个代码表示这一时刻声音的强度。

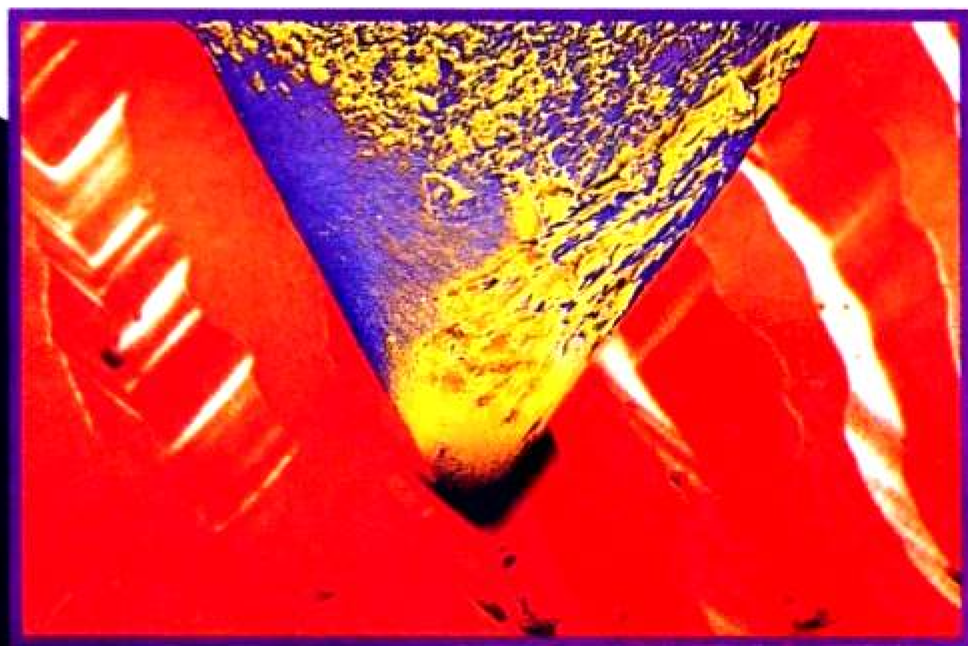




图4-3　这幅放大了的图片显示电唱机的唱针正沿着唱片纹道滑动。

图解　*为什么这张唱片上平滑的纹道表示一种模拟信号？*

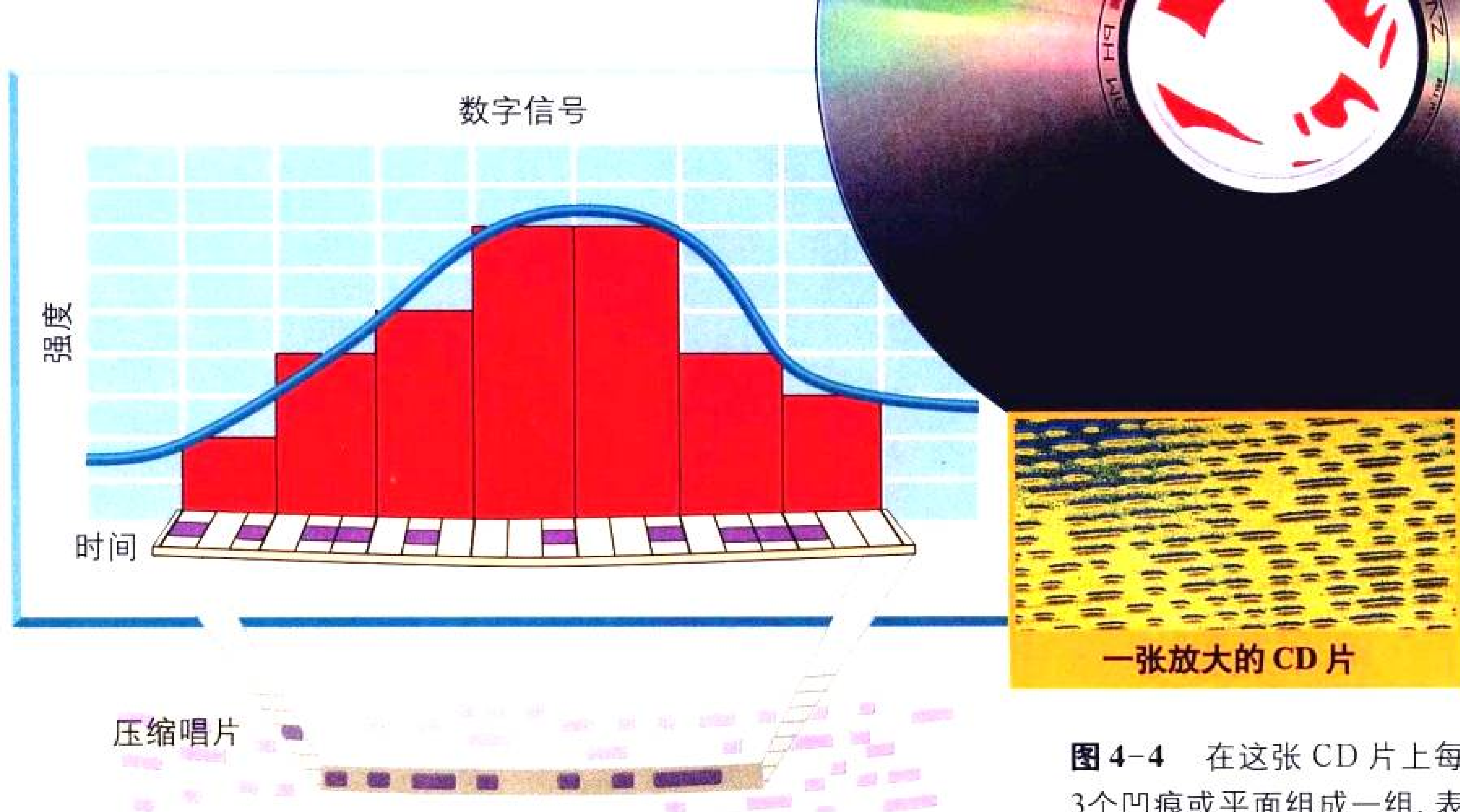


图 4-4 在这张CD片上每3个凹痕或平面组成一组，表示这一时刻的声音强度。左图中的蓝色曲线表示声音强度的变化。

播放CD片时，CD片旋转起来，光束扫描凹痕和平面，就像超市中的条形码扫描仪一样，这束光产生微弱的闪光。然后闪光被转换成电流的脉冲，或称数字信号。这种数字信号被传送到放大器中放大，最后进入扬声器，在扬声器中数字信号被转化成声音。

☑ ***想一想*** ***有哪两种类型的电子信号？***

半导体

为了传送模拟信号或数字信号，你应怎样控制电压呢？前面你已经知道电流通过导体时是持续的，电流不容易通过绝缘体。为了传送电子信号，你必须有办法改变通过电路的电流。要改变电流，你可以使用半导体。

半导体(semiconductor)是一种导电性能比绝缘体好，而不及导体的一种材料。半导体只有在一定的条件下才能导电。

半导体材料在怎样的条件下才能导电呢？硅及其他半导体在纯度很高时电阻相当大。但如果在半导体材料中掺入其他元素，它们的导电能力就会显著增加。通过控制掺入元素的数量和种类，科学家们研制出了两种类型的半导体。若将这两种类型的半导体叠在一起，制成固态元件，就可以对电子设备所需要的电流实施精密控制。而这样的控制是普通导体不可能做到的。



图4-5 如图所示，纯硅中掺入其他元素，它的电阻会减小。





图4-6 二极管的体积很小，图中这些二极管的体积比普通钥匙要小得多。它们只允许电流以一个方向流过。左图中的符号表示二极管。

固态元件

固态元件(solid-state component)是用固体材料如半导体来控制信号的电路的一部分。**两种类型的半导体以不同的方式结合在一起将产生不同的固态元件，这些元件包括二极管和三极管(晶体管)。**从20世纪50年代以来，固态元件已成为电子仪器的主要部件。

二极管 将两种类型的半导体叠在一起构成的固态元件就是**二极管(diode)**。二极管只允许电流向一个方向流动。若你把二极管按一定的方向连接到电路中，电路中有电流通过；再把二极管反过来接到电路中，这时电路中就没有电流。

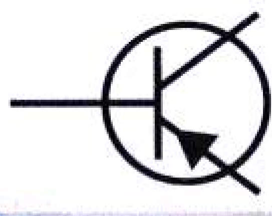
回忆一下，电流有两种形式：交流和直流。电视机等用的是交流，利用电池驱动的游戏机使用的是直流。电子仪器被设计为仅靠一种类型的电流运转。但是，如果你有一台整流器(其中主要部件是二极管)，你就可以把一些用直流的仪器接到交流的插座上，整流器不改变仪器的操作方式，整流器只是将交流转换成直流。

交流电流反复改变方向。当一个二极管被连接到交流电路中，只有当电流向某一方向流动时，二极管才允许电流通过。因此，整流器只允许交流的一部分通过，这通过的部分沿着一个方向流动。交流电流流入整流器，但从整流器流出来的是直流电流。

三极管 当一种类型的半导体的一层夹进另一种类型

图4-7 三极管有不同的形状和尺寸。上图中的符号表示三极管。

应用概念 *什么是三极管？*





的半导体的两层之间时，就制成了三极管。**三极管 (transistor)** 有两种功能：放大电信号，或开、关电流。

电子信号在发送时，它们将逐渐变弱。在接收时，电子信号必须放大，这样，才能为我们所利用。由于三极管制造的放大器价格便宜、性能可靠，三极管使电子工业发生了一场革命。

当三极管作为开关使用时，它要么让电流通过，要么切断电流。计算机中有成千上万个作为开关使用的三极管。

集成电路 三极管成本低且使用寿命长。集成电路的发明大大地增强了这些优点。**集成电路** (integrated circuit) 是在叫做芯片的半导体薄片上制成的电路。芯片面积小于 0.5cm × 0.5cm，可容纳成千上万个元件，如二极管、三极管和电阻。由于这些不同的元件靠得很近，电子信号以极快的速度通过集成电路。在一些芯片上，两个元件之间的间隔是人头发直径的 $\frac{1}{50}$。只有信息的高速化和集成电路的小型化，才使我们制造出了视频游戏机和宇宙飞船。

☑ ***想一想*** ***什么是固态元件？***

增进技能

交 流 活动

你怎样使人懂得芯片是多么的小或电子信号传递速度有多快？类比有助于表达意思。类比方法用来比较两种不一样的东西之间的相似处，如“一个芯片和一个婴儿的指甲一样小”就是一个类比，“电子信号传输速率和闪电一样快”也是一个类比。尝试用类比来描述一个集成电路芯片中二极管的数目。

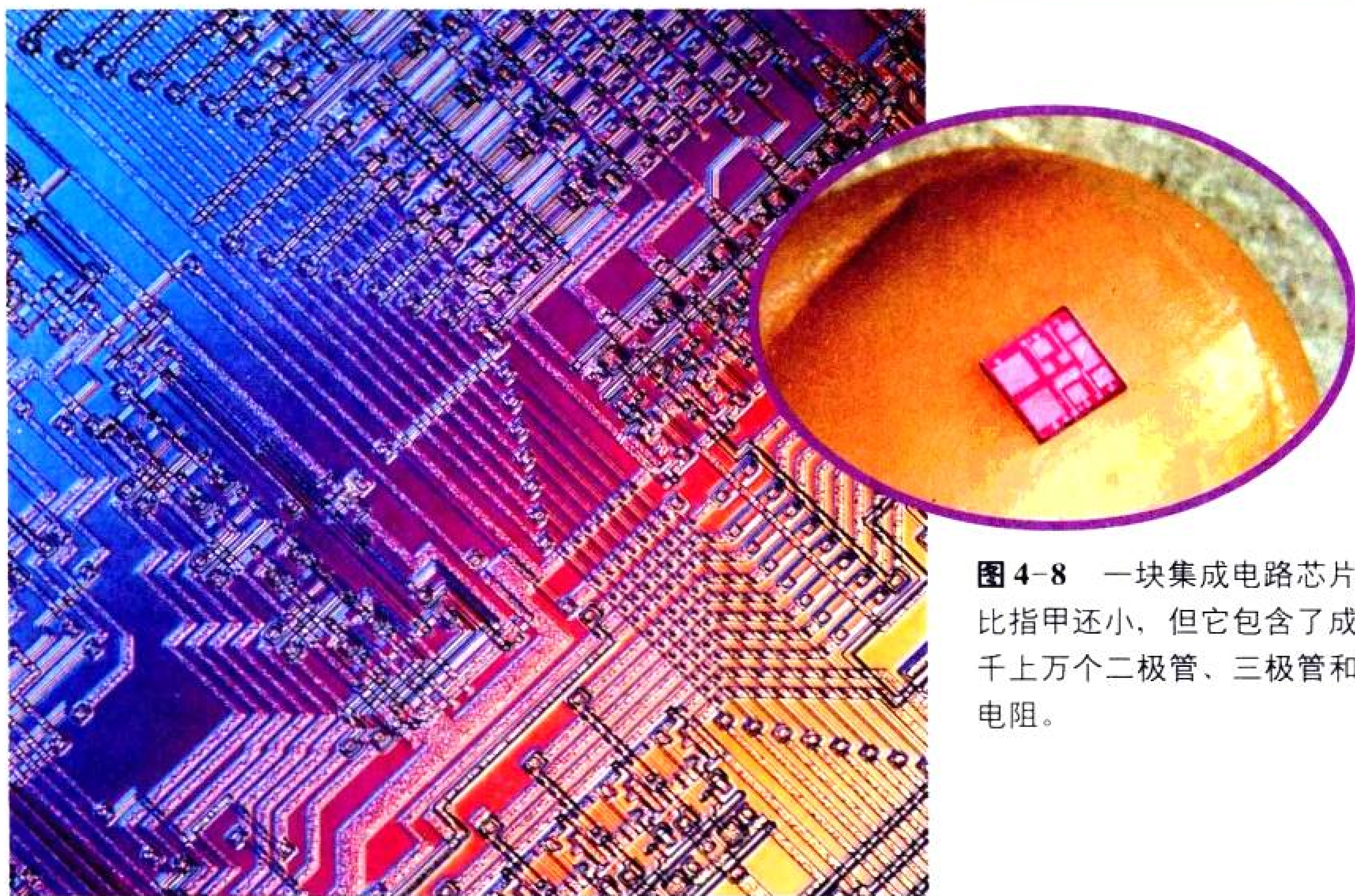


图 4-8 一块集成电路芯片比指甲还小，但它包含了成千上万个二极管、三极管和电阻。

电子学的过去和未来



图4-9 第一台电子仪器采用真空电子管制造，但电子管体积大、质量也大，而且容易烧坏。照片中是一个电子管。

电子设备并不总是小巧玲珑和使用方便的。20世纪40年代，一些收音机大得像橱柜，一台计算机可摆满整个房间。在半导体元件开发以前，电子设备依靠大体积的真空电子管来控制电流。

真空电子管(vacuum tube)是一个密封玻璃管，玻璃管中绝大部分的空气已被抽去，里面有一根金属丝和一块金属片。当金属丝在一定的条件下加热时，电子从金属丝跑到金属片上，由于电子只能朝一个方向流动，真空电子管被用作二极管。在金属丝和金属片之间再加上第三个电极就是一个真空三极管，这种类型的电子管能放大信号。第一只真空三极管是1910年前制造的。

固态元件一出现，真空电子管马上被固态元件所取代。固态元件比真空电子管小得多、轻得多，它们散发出的热更少，消耗的电能更少，可靠性更好，且使用寿命更长，价格也更加便宜。

自从电子三极管发明以来，电子仪器迅速小型化。这种变化类似于把一艘泰坦尼克号大小的轮船缩小到一只老鼠一样的大小。

也许将来有一天，固态元件也将被以更快速度运行的元件所取代。科学家正在研制基于超导材料和其他新型材料的新型电子元件。回忆一下，有些材料被冷却到很低温度时，电阻会完全消失，成为超导体。超导元件比半导体元件更快、更小，即使是最小的半导体元件，与超导元件相比也显得体积太大，速度太慢。



第一节复习

1. 电子学是什么？电子信号与普通的电信号有什么不同？
2. 模拟信号和数字信号有什么不同？
3. 半导体可制成哪些固态元件？
4. 在电子设备中，二极管和三极管的作用各是什么？
5. **理性思维　运用概念**　集成电路与电子设备的体积减小有什么联系？

课题 4

检查进度

选择当前一种你感兴趣的计算机的应用，列出你所知道的所有细节。然后查阅资料弄懂这种应用是如何发展起来的，怎样实现这种应用？谁在实施这种应用？为什么这种应用较有价值？什么信号被输入计算机中？输出来的是什么信号？除了在图书馆查阅资料以外，看看能否在你的社区里找出从事这方面应用工作的人。

科学生涯

设计电传感器

技能实验室

在这个实验中，你的角色将是一名电机工程师。在探索发光二极管(LED)的性能后，设计一个使用发光二极管的电路。

问题

怎样用一个发光二极管来检测电池的安装是否正确？

技能

评价设计、再设计、观察、得出结论

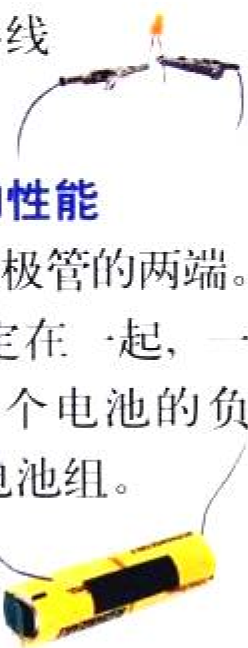
材料

两节1号电池
双色发光二极管(供选用)
发光二极管
用两节1号电池供电的手电筒
手电筒的小电珠和灯座
两根绝缘的带鳄鱼夹的导线

步骤

第一部分　发光二极管的性能

1. 把两根导线接在发光二极管的两端。
2. 用胶带把两节电池固定在一起，一个电池的正极对另一个电池的负极，组成一个3伏的电池组。
3. 把导线的另一头分别接到电池组的两极上，并观察发光二极管。



4. 断开连接在电池组两端的导线，再次观察发光二极管。
5. 用插在灯座上的手电筒小电珠代替发光二极管，重复1~4步骤。

第二部分　传感器的设计

6. 如果电池被装倒了(正负极连接错了)，许多以电池为动力的电器设备将不会工作。用发光二极管设计一个仪器来确定电池是否安装倒了。
7. 画出设计的电路图，以表示发光二极管、仪器及电池连接情况。

   提示：发光二极管与电池、仪器之间既可用串联连接，也可用并联连接。
8. 制作一个传感器模型，看一看它是否和手电筒一起工作。

分析与结论

1. **观察**　在第一部分中，当你第一次连接发光二极管和电池时，你观察到什么现象？第二次连接呢？
2. **得出结论**　根据你的观察，发光二极管是二极管吗？你怎么知道的？
3. **评价设计**　在第二部分中，对发光二极管的性能的观察结果是怎样影响你的设计？
4. **发现问题**　在设计和制作传感器过程中，描述你所碰到的问题。
5. **再设计**　你有什么措施可以改进传感器？

进一步探索

双色发光二极管由两个发光二极管组成。当电流沿某一方向通过时，这个发光二极管发出红色的光；当电流沿相反的方向通过时，发光二极管发出绿色的光。你认为一个双色发光二极管里的两个发光二极管是如何连接的？想一想这种元件有什么应用，至少说出一种。

SECTION 2 电子通信

探索 **活动**

你看见电视机屏幕上的雪花斑点了吗

1. 打开彩色电视机，手拿着透镜并离电视屏幕一手臂长的距离。
2. 前后移动透镜直到你通过透镜可看清图像为止。在图像中，你还看到什么？

思考

分类 电视屏幕上的图像由哪三种颜色组成？这三种颜色怎样组合成你所看到的物体图像的各种色彩？

阅读指南

- 声音是怎样通过电话传送的？
- 怎样用电磁波传递信息？
- 广播电台和电视台怎样传送信号？

阅读提示 在阅读前，用“怎样”、“为什么”或“是什么”等提问方式改写标题。阅读时，找出这些问题的答案。

你曾经想过那令人惊讶的技术吗？这种技术可以使你看到和听到地球另一面所发生的事情。自从1844年发明了电报以来，人们已习惯于通过电话、无线电广播和电视进行远距离的通信。通信的速度、清晰度和可靠性方面的每一项改进都得益于电子领域的新进展。

电　话

在电话中，电子信号从一端传出而在另一端被接收到。1876年，亚历山大·格雷姆·贝尔发明了第一部电话机。虽然现代电话机与贝尔发明的电话机式样有很大差别，但100多年来电话的基本工作原理并没有变化。一部电话机有三个主要部件组成：送话器、受话器和拨号盘。



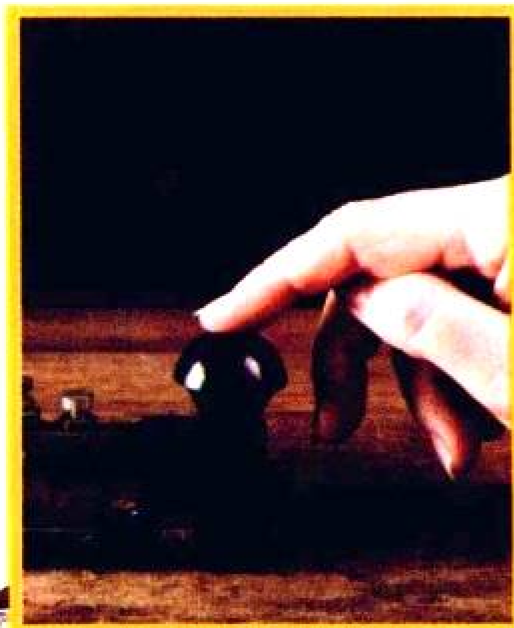


图4-10 电报(右图)是早期电子通信的方式，现在我们习惯于使用电话，利用电话可以直接接听到在另一城市，甚至另一大陆的人的声音。



图 4-11 声音信号在电话机送话器中被转换成电子信号。

图解 *电子信号在哪里又被转换成声音?*

送话器 **声音在电话的送话器中被转换成电子信号。**把声音转换成电子信号是可能的，因为声音以声波的形式传递。例如，当你说话时，你的声带前后振动，声带的振动，引起空气中的气体分子同时也前后振动起来。通过振动形式的传递，声音就能通过物质传递。

电话的送话器被安装在话筒中，当你对着话筒说话时，你说话的声波引起一薄金属片振动。在早期的电话机中，金属片紧挨着一个碳盒中的碳粒。当金属片向内振动时，它把碳粒推压到一起；当金属片向外振动时，它把碳粒松开。

电流能够通过碳粒，碳粒之间挤紧时比松开时更容易传导电流，因此，电流的强度由金属片的振动幅度决定，而金属片的振动幅度跟声音的振动幅度有关。

大多数现代电话机，碳粒已被半导体所取代，并用三极管放大信号。现代电话设施能把电子信号转换成一束光信号，并通过光导纤维传送这束光。不管哪一种情况，电子信号都通过一系列的开关和导线被发送到接收电话机上。

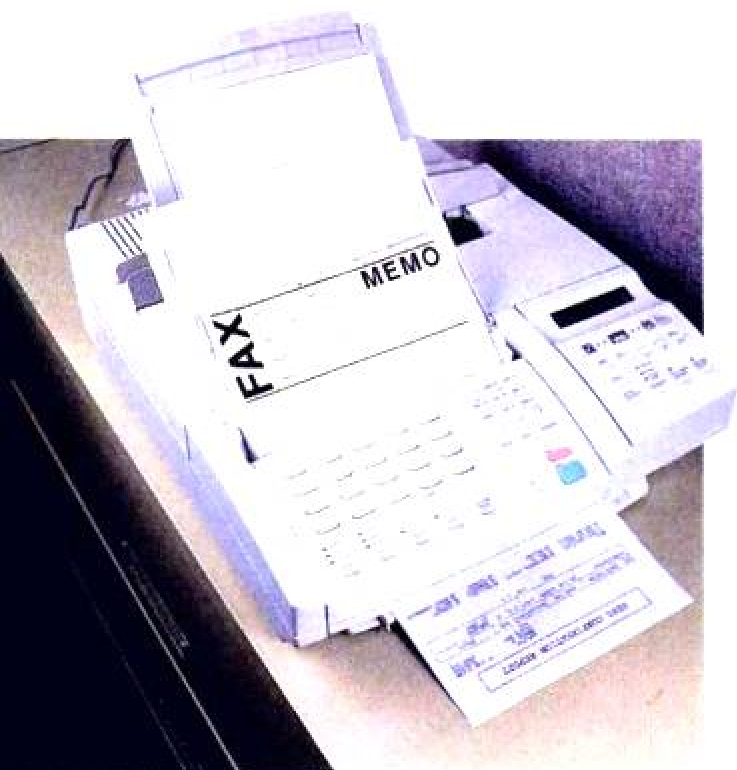


图4-12 传真机原理与电话机原理相似，它把图像转换为电子信号来传送。

受话器 **装在听筒里的受话器有一个小的扬声器，扬声器重新把电流转换成声音**。受话器中有一块电磁铁，电磁铁吸引另一薄金属片。由于电流大小随着信号变化而变化，电磁铁周围磁场的强度也随着变化。这引起金属片振动，振动的方式与输入的电子信号相匹配。振动的金属片产生声波，这就使你在接电话时听到声音。许多现代的受话器用半导体代替电磁铁。

拨号盘 电话机的第三部分是拨号盘或按键器。在拨电话号码时，你在告诉交换机系统你想打到哪儿去。一台拨号电话把一连串的脉冲或敲击送到交换机网络。按键器发送不同的音调，这些音调作为信号，能被交换机网络中的电子线路翻译出来。

传真机 传真机能借助电子信号的方式发送图像、文字。为了把一页内容转换成信号，利用一束很细的光将这页内容以非常窄的线条逐行自上而下扫描，每条线上暗的和亮的式样被转换成信号，这个信号再通过电话线传递。

当另一台传真机收到这些信号时，就逐行打印出这些窄线条来。仔细观察传真纸时，你可看到图像的边缘是不整齐的。这说明它是以线条的方式打印出来的。

☑ ***想一想*** ***电话送话器的作用是什么？***

电磁波

通过上一节学习，你知道电子信号可以通过电子设备中的固态元件传送，但对于无线电广播和电视这两种传媒，电子信号首先必须从广播电台或电视台发出，并进行远距离的传播。**电子信号可以通过电磁波来实现远距离的传播**。

图4-13 雷达使用的微波是波长只有几厘米的电磁波。



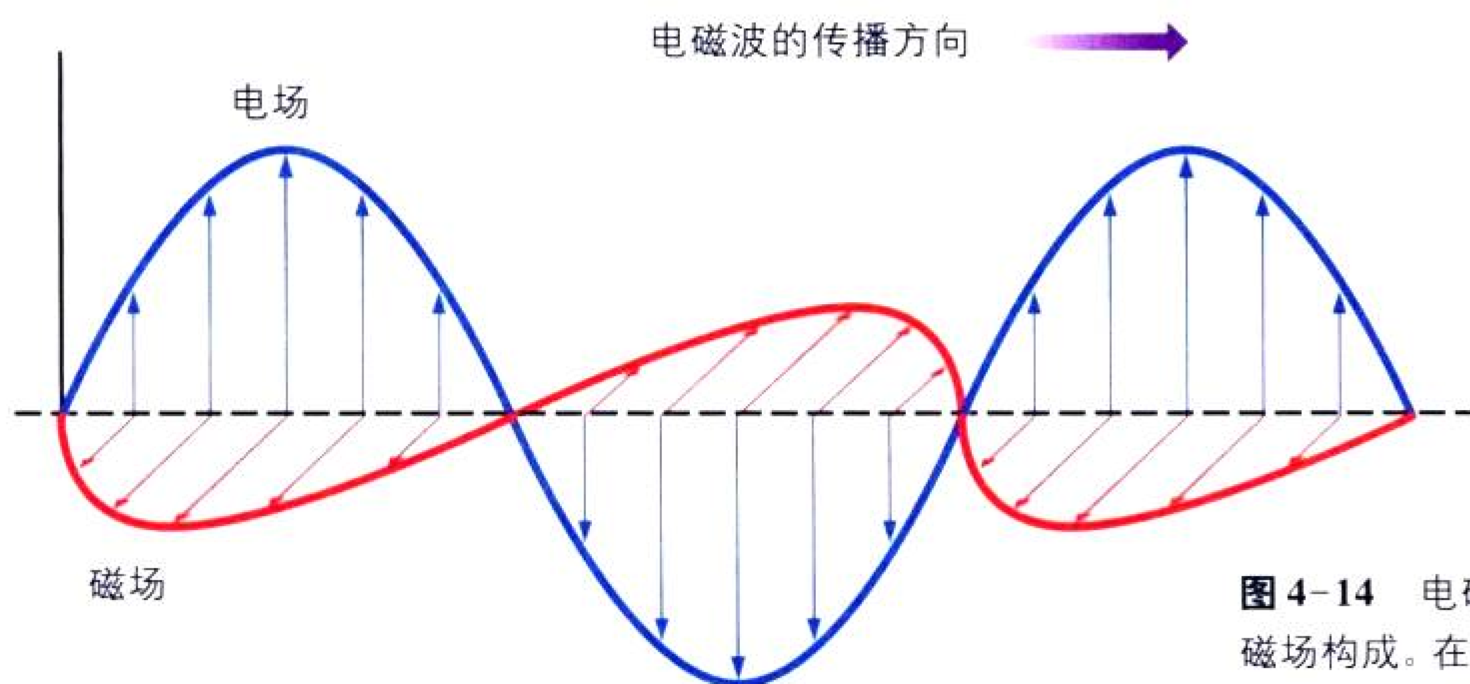


图 4-14 电磁波由电场和磁场构成。在这幅图中，电磁波向右传播。

电场和磁场 你已经熟悉了一些类型的波，如水波或声波，电磁波和这些波有一些相同的性质，但是电磁波不需要通过物质传播。**电磁波 (electromagnetic wave)** 是一种由变化着的电场和变化着的磁场构成的波。

由电场和磁场构成的波，第一次听起来也许有点怪，但你已经学过电和磁是有联系的，知道一个变化着的磁场能产生一个电场，反过来也是正确的——一个变化着的电场能产生一个磁场。

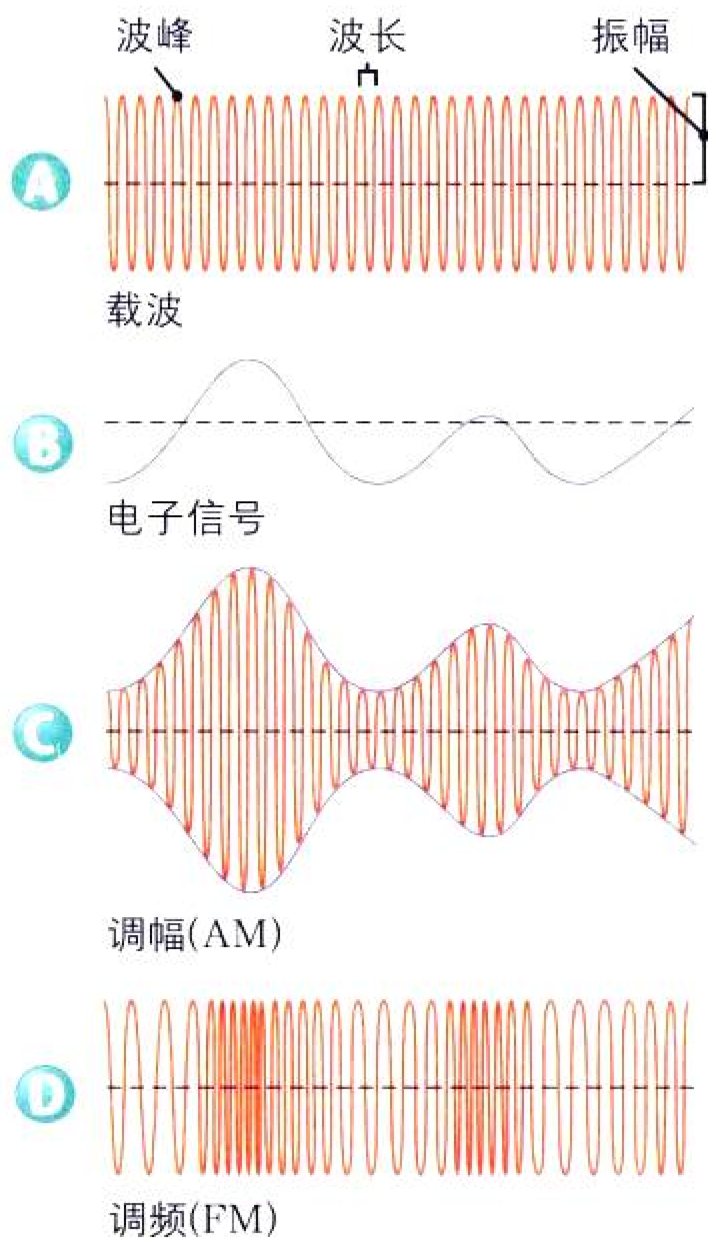
如果一个磁场正在非均匀地变化，就像水波一样上下波动，那么其周围就会产生一个变化的电场。这个变化的电场再产生一个变化的磁场。如图 4-14 所示，电场和磁场就这样不断重复地相互激发，结果就产生了一个电磁波。

关于电磁波，虽然你了解得并不多，但其实早已相当熟悉。你看到的光、用来加热食物的微波炉中的微波和医院使用的 X 光都是电磁波。

图4-15 来自彩虹的光由只有万分之一厘米波长的电磁波组成，X 光的波长比可见光还要短。



图4-16 一个载波的振幅或频率可以被调制。



调幅和调频 所有的波都有一些基本性质。图4-16表示一个从左向右传播的简谐波，最高点叫波峰，最低点叫波谷。波用两个量来描述：振幅和频率。**振幅(amplitude)**是从中心线到波峰或波谷的高度，波的**频率(frequency)**是每秒通过给定点的波的数量。

可以通过改变或调整电磁波的振幅和频率来传送信号。如图4-16A所示，被调制的波叫载波。图4-16B给出了一个电子信号，它是一个模拟信号，这个信号的强度或振幅随电流的变化而变化。

载波可以用两种不同的方式来调制，与电子信号相匹配，如图4-16C和4-16D所示。一种方式是改变载波的振幅来匹配电子信号，这个过程叫做**调幅(amplitude modulation)**[AM]。另一种方式是改变载波的频率来匹配电子信号的振幅，这时载波的疏密随着信号强度的变化而变化，这个过程叫做**调频(frequency modulation)**[FM]。

图4-17 在无线电广播中，声音被转换成电子信号，电子信号通过电磁波传送。

无线电广播

在调幅或调频无线电广播台中，声音或音乐是通过电磁波传送的电子信号。你听到的声音是从哪儿来的呢？

发射 这个过程是从无线电广播台开始的，在那里声音被转换成电子信号。音乐家对着无线电台的麦克风演奏，声波产生变化的电流。这种电流是表示声波的模拟信号，有时也叫音频信号。

然后电子音频信号被送到发射机，发射机放大音频信号并把它和载波组合。接着这种组合信号被送到天线，天线向周围空间发射出电磁波。

接收 收音机上有天线，接收来自无线电台的电磁波。载波有特定的频率。你可以通过转动收音机上的调谐旋钮来选择频率。收音机会放大信号并从载波中分离出音频信号，再把它送到收音机的扬声器中，扬声器的作用与麦克风相反，扬声器把电子信号转换成声音。

☑ ***想一想*** *什么是音频信号？*

电 视

电磁波既可以用来传送声音，还可以用来传送图像。电视图像和声音的传送和无线电广播声音的传送非常相似。

播送 电视信号通常由地面上的发射天线发送。然而有时信号被一个地区的地形或附近的建筑物阻挡，或者有时发射机离你家太远，发出的信号到不了你家。为了解决这个问题，局域电缆电视网（有线电视网）已经发展起来，这些网络通过电缆把来自中央接收机的电视信号再送到各家各户。

通信卫星也被用来转播电视信号。一颗通信卫星绕地球运行，并跟地球自转同步，因此看上去总是停在地球上方的同一地点。这种卫星从地面上的一个地方接收信号，然后几乎同时把它们发送到另一些地方。这样就使你能够看到地球背面发生的事情。

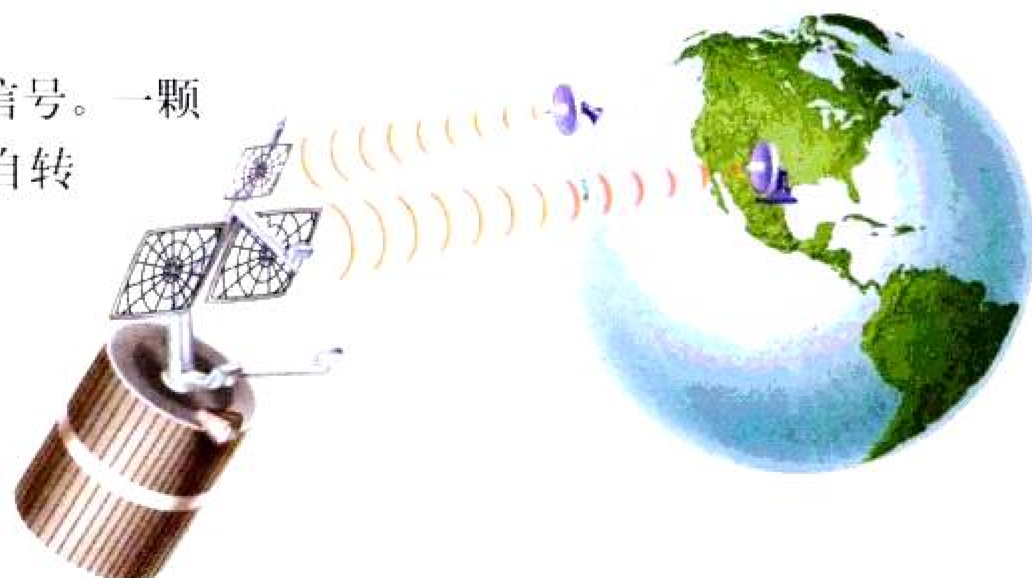


图 4-18 通信卫星在地球轨道上的运行跟地球自转同步，因此它总是停在地球上空的同一地点。

应用概念 *通信卫星在视频信号传送中起什么作用？*

图4-19 为了产生视频信号，电视摄像机逐行扫描一个图像。摄像机像传真机那样工作，但它扫描速度更快。



在电视台，摄像机把真实场景的光和声音转变成图像(或视频)和音频电子信号，这两种信号都通过电磁波传送。

接收 不管视频和音频信号如何发送，它们可通过接收机来接收，就像无线电广播一样，每个电视台的载波也都有一个特定的频率，你通过选择电视机上的频道来接收信号，电视机再放大信号并把信号从载波中分离出来，音频信号被电视机扬声器转换成声音。

阴极射线管 视频信号被传送到一种特制的真空管中，这种真空管叫阴极射线管。**阴极射线管(cathode-ray tube)**[CRT](或称显像管)是一种用电子在荧光屏上打出图像的仪器。阴极射线管把视频信号转换成光的形式。

在阴极射线管的一端是三把电子枪，光的三原色——红、蓝、绿中的每一种颜色对应着一把电子枪。阴极射线管的另一端是你能看到的荧光屏。荧光屏内表面涂上了荧光材料，这种荧光材料叫磷光体，当磷光体受到电子束打击时，就发出光。磷光体按三点一组排列，每一点对应一种颜色，每组被黑暗的边界包围。在本节开头的探索活动里，你肯定已经看到磷光体和黑暗的边界。视频信号被送到电子枪，引起每支枪在适当的时间里瞄准相应的磷光体，你的眼睛组合三种颜色的光，形成你看到的图像中的各种颜色。

黑白电视机只用一支电子枪。电子束的强度变化使荧光屏上的每一点产生不同的亮度。结果出现不同的明暗部分——黑、白、灰。

为了产生图像，电子束必须以之字形(锯齿形)格式扫过

电磁波
接收天线
视频彩色信号
电子枪
黑色面罩
显像管
电子束
荧光材料
音频和视频放大器
调谐器
电子信号
音频信号
扬声器
声波
屏幕

图 4-20 在电视播送中，视频信号和音频信号一起被电磁波传送。

整个荧光屏。电子束在回到荧光屏顶部之前用 525 条水平线扫过整个荧光屏。这种扫描模式每秒钟重复 30 次。

最新款式的电视机允许电视台节目制作人在每一个屏幕传送两倍于原屏幕的水平线数量，这样图像可更大、更清晰。这种电视叫高清晰度电视。



第二节复习

1. 叙述电话机工作原理。
2. 什么是电磁波？电磁波怎样传送电子信号？
3. 描述收音机和电视机中的信息传送过程。
4. 什么是阴极射线管？它是怎样产生彩色电视图像的？
5. **理性思维 归纳** 你认为固态元件对收音机和电视机产生了什么影响？

身边的科学

遥控器利用电磁波实现远距离控制电子设备，如电视机、VCD、收音机或遥控玩具。找一个带遥控器的设备，叫你的家人帮助你在设备上找出遥控接收器。测一测离设备多远时你还可控制仪器。研究电磁波可以穿过什么物体？它们能从镜子上、墙上、你的手上反射回来吗？

SECTION 3 电子计算机

探 索 **活 动**

你的计算有多快



1. 写出10道两个2位数的加减数学题。
2. 和同学交换题目。
3. 轮流计时，测一测笔算这10道题目，每人要花多长时间。
4. 然后借助计算器来计算这10道题目，并测一测借助计算器计算，每人要花多长时间。两次所花时间的长短有什么不同？计算的准确程度是否不同？

思考

推理 借助计算器计算有什么好处？

阅读指南

- 计算机是如何贮存和处理信息的？
- 计算机的硬件和软件有什么不同？

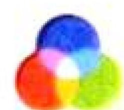
阅读提示 阅读时，利用标题列出计算机工作原理的提纲。

2000多年前，中国人发明了第一台计算器，这种计算器叫算盘。人们可以通过拨动一串串的珠子，从事计算。

在美国，机械加法机和算盘已普遍地被电子计算器和计算机替代。尽管电子计算机的发展历史还不到100年，但目前计算机的使用已非常普遍。

电子计算机是什么？

电子计算机(computer)是一种能贮存、处理信息并重新得到信息的电子设备。计算机能处理和贮存那么多信息的一个原因，是因为它们不是以你看到的数字、字母和图像那种形式贮存信息的。**计算机中的信息以二进制系统来表示。二进制系统(binary system)**只用两个数“0”和“1”组合来表示数。尽管计算机也可以用模拟信号，但所有现代的计算机几乎都是数字式的。



与数学的综合 你也许想知道只用两个数“1”和“0”的组合能表示多少个数字。首先想一想你比较熟悉的数字。你习惯于用以10为基数的十进制数字表示方式。在十进制数字中，每个数字的位值是10的几次幂，然后把从1～9这9个数字乘以这个数的位值。例如：数字327的意思是

$$3 \times 100 + 2 \times 10 + 7 \times 1$$

图4-21 利用算盘这种设备可以从事较复杂的计算。



二进制系统		
二进制位值 8 4 2 1	展开值	以十进制表示的数
1=	(1 × 1)= 1=	1
1 0=	(1 × 2)+(0 × 1)= 2+0=	2
1 1=	(1 × 2)+(1 × 1)= 2+1=	3
1 0 0=	(1 × 4)+(0 × 2)+(0 × 1)= 4+0+0=	4
1 0 1=	(1 × 4)+(0 × 2)+(1 × 1)= 4+0+1=	5
1 0 1 0=	(1 × 8)+(0 × 4)+(1 × 2)+(0 × 1)= 8+0+2+0=	10
1 0 1 1=	(1 × 8)+(0 × 4)+(1 × 2)+(1 × 1)= 8+0+2+1=	11
1 1 1 1=	(1 × 8)+(1 × 4)+(1 × 2)+(1 × 1)= 8+4+2+1=	15

图4-22 二进制中每个位值是它右边位值的两倍。在这个表中，你能看到用二进制表示的十进制数 1、2、3、4、5、10、11 和 15。

图解 *在二进制中你的年龄是多少？*

除了二进制的基本数字只有两个之外，二进制跟十进制相似。注意图 4-22 中，二进制数的位值以 1、2、4 和 8 开始，而不是十进制数的位值 1、10、100 和 1000。在二进制中，只有“0”和“1”两个数被对应位值相乘。

在二进制中，每个“1”或“0”叫做**位(bit)**，是二进制数字简写，8 个二进制位的排列叫**字节(byte)**。计算机的存贮量以千字节(一千个字节)、兆字节(一百万个字节)或吉字节(十亿个字节)来表示。

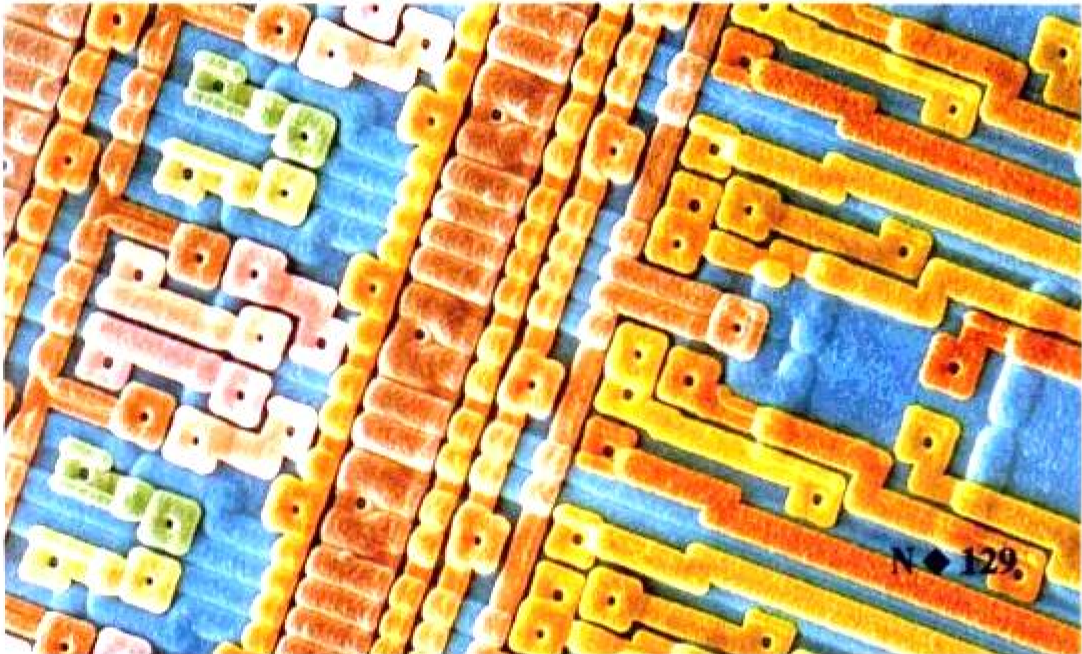
☑ ***想一想*** ***二进制使用哪两个数字？***

计算机存贮器

有许多记录“0”和“1”的方式。在一个 CD 片中的“凹痕”和“平面”可以表示“0”和“1”。CD 片不但能贮存音乐，而且能贮存任何种类的数据。磁带，如录像带和录音带，通过改变磁畴的排列记录信息。磁畴能被调整为指向一个方向表示“1”，指向相反的方向表示“0”。

电子计算机也用集成电路或芯片。芯片上集成了几千个很小的电路，电路由作为开关使用的二极管组成。一个断开的开关表示一个 0，一个闭合的开关表示一个 1。一块芯片可集成多达 16 000 000 个开关或位。

图4-23 在这张放大了的图中，你可以看到一些电子开关。它们是可贮存 500 000 多位信息的芯片的一部分。



探 索 电子计算机硬件

电子计算机有几个基本部件，这些部件用来给计算机输入信息、处理信息和从计算机里重新得到信息(输出信息)。

调制解调器

调制解调器是连接计算
电话线上的、能够输入
出的设备。



增进技能

计 算 活 动

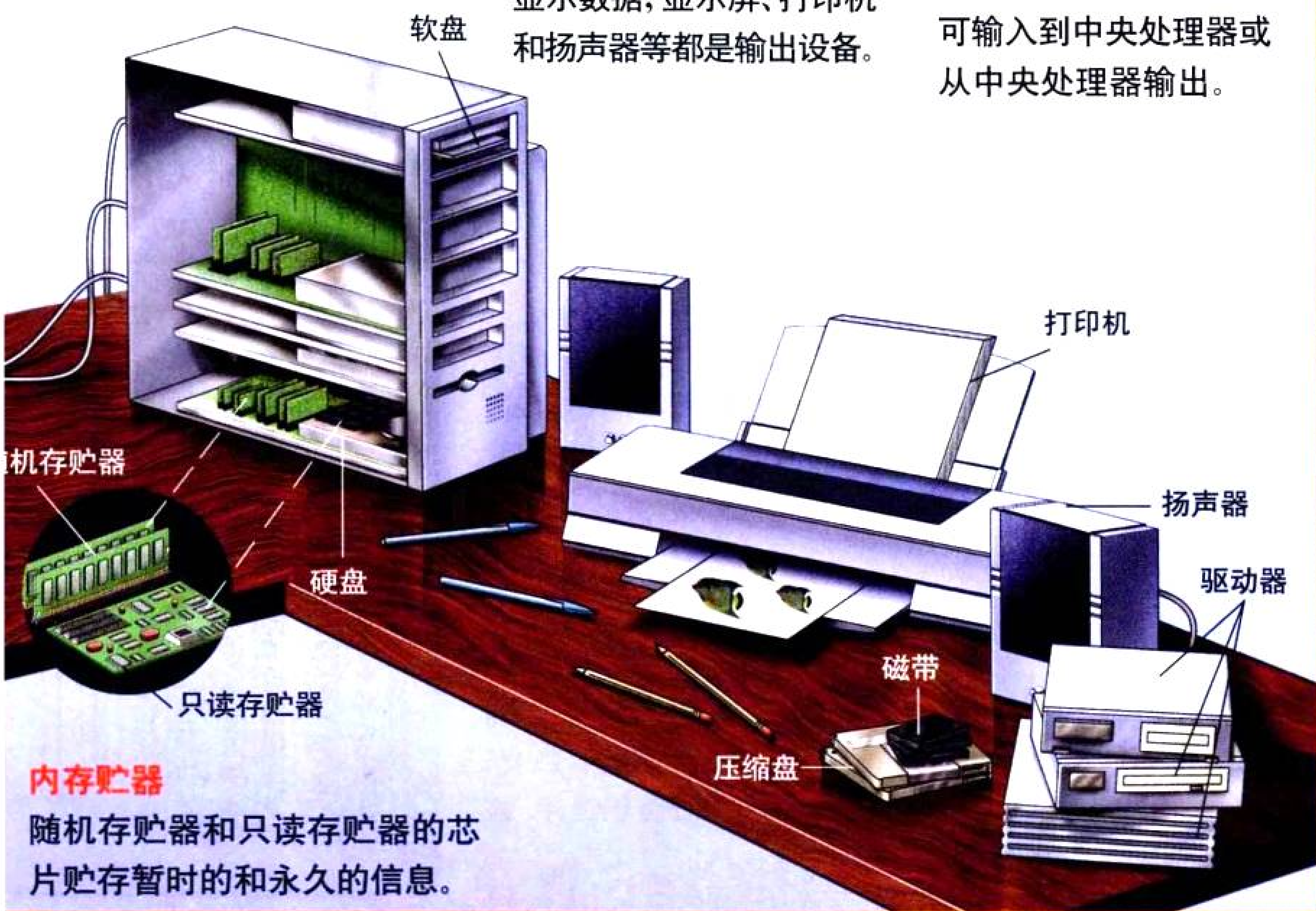
一套英文百科全书有25册，平均每册书有400页。每页有1 200个单词，平均每个单词有6个字母。假设每个字母需要1个字节，那么整套书能装入一个1吉字节的芯片吗？

电子计算机硬件

允许电子计算机接收、贮存和呈现信息的部件组成**电子计算机的硬件(computer hardware)**，电子计算机的硬件指计算机永久性的部件。**计算机硬件包括中央处理器、输入设备、输出设备和存贮器。**当你阅读“探索电子计算机硬件”时，你要能识别不同的设备。

中央处理器相当于计算机的大脑，**中央处理器(central processing unit)**(或叫**CPU**)指挥计算机的运转、执行逻辑操作、运算和存贮信息。

数据通过**输入设备(input device)**进入计算机。有几种不同类型的输入设备，你最熟悉的可能是键盘。其他的输入设备在“探索电子计算机硬件”中已给出。



来自计算机的数据在**输出设备(output device)**上显示。计算机的显示屏，你在它上面可以看到信息，是你最熟悉的输出设备。其他输出设备在“探索电子计算机硬件”中已给出。

存贮器

电子计算机在存贮器中贮存信息。有两种普通类型的计算机存贮器，它们分别是内存贮器和外存贮器。中央处理器里主要电路板中的芯片是作为内存贮器。**随机存贮器(Random Access Memory)[RAM]**是计算机操作数据时的数据临时贮存区。当计算机关闭时，贮存在随机存贮器中的信息将丢失。

合理操作电子计算机所需要的信息贮存在**只读存贮器(Read Only Memory)[ROM]**中。CPU能读取这些数据但不能改变它们。在只读存贮器中的信息被永久贮存，当计算机关闭时，ROM中的信息不会丢失。

当你关闭计算机时，随机存贮器和只读存贮器都不允许你贮存信息。因为这个原因，处在中央处理器电路外的设备被用来贮存信息，它们叫外存贮器。用得最广泛的外存贮器是磁盘。通过磁盘**驱动器(disk drive)**，信息可从磁盘中读出或写入磁盘。

有几种不同类型的磁盘。**硬盘(hard disk)**是装在电子计算机内的坚硬的磁金属盘。使用计算机时，硬盘上的信息仍保留在计算机内并可随时调用。

软盘(diskette)是薄薄的圆塑料盘，你可从计算机中取出并随身携带，软盘表面覆盖着磁性材料。如果你已经

科学与历史

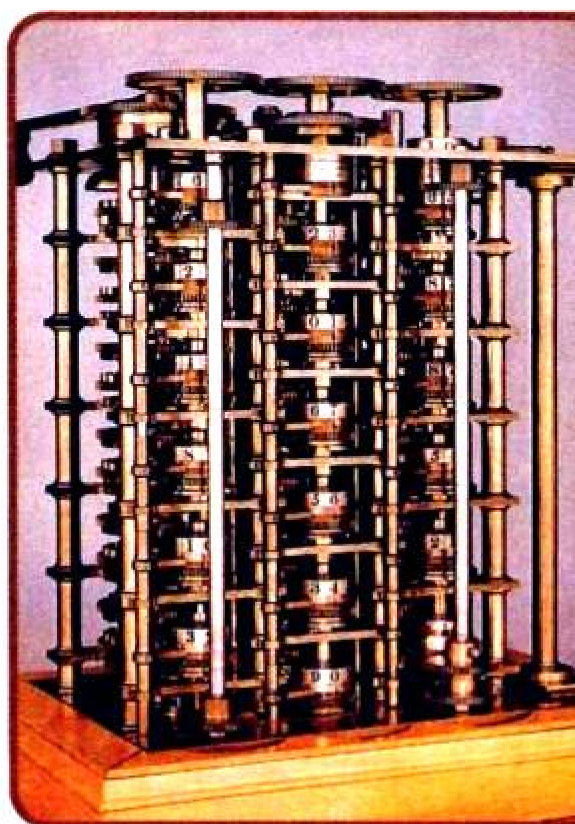
电子计算机的发展史

尽管现在已经有了掌上电脑，但原先计算机的体积却是很大的。电子计算机在相对短的一段时间里，走过了很长的一段历程。

1823 年

差分机

英国数学家查尔斯·巴贝奇设计了第一台计算机，叫做差分机。这是一台有50 000多个运动部件组成的机械式计算设备。不久，罗维莱斯编写了计算机程序，被认为是世界上第一个计算机程序。



1800 年　　1850 年



1890 年

人口普查计数机

赫门·霍伦勒斯建造了一台电器，它能通过打资料卡上的孔来处理信息。利用霍伦勒斯的电器，美国1890年的人口普查所花的时间是1880年人口普查所花时间的$\frac{1}{4}$。

过这样的磁盘，你可能对“软”这个字感到迷惑。这是为软盘被装在一个坚硬的、方形的塑料盒里，以保护软如果你把盒子的金属部分滑到旁边，就可看到里面的盘。

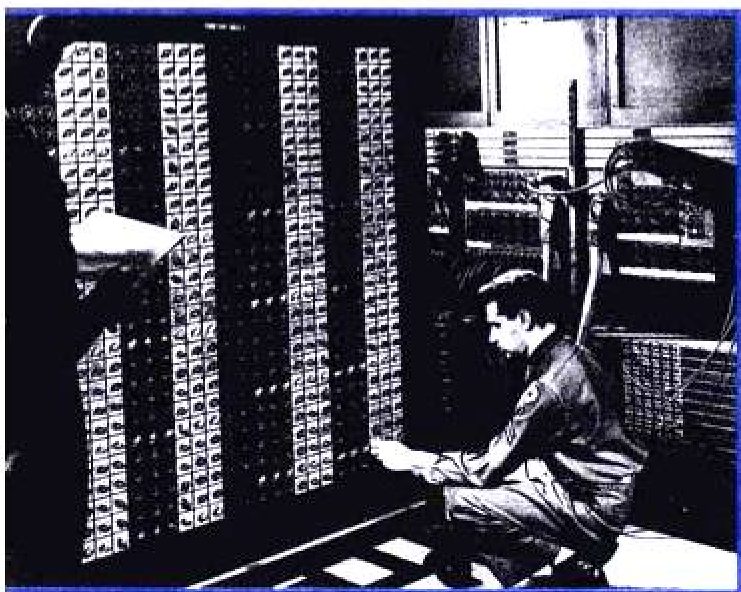
另一种类型的存贮器是光盘，也叫压缩盘。**光盘ptical disc)**是一种用激光读写信息的盘。光盘贮存信息量比磁盘大得多，它们常用于贮存视频游戏，也贮存参资料如百科全书、杂志等。这种光盘叫**CD-ROM(只存贮压缩盘)**。

想一想 *什么是只读存贮压缩盘(CD-ROM)?*



阅读 DIY

在1953年，全世界大约只有100台计算机。现在，有几亿台计算机应用于企业、家庭、政府办公、学校及商店。选择一种早期的计算机，写一篇报道向公众介绍它的特点和应用。



1946年

埃尼阿克

美国国防部开发出了第一台美国产计算机——电子数值积分计算器(或叫ENIAC)，它由几千个真空管组成，体积大得充满整个房间。为了改变程序，程序员必须重新连接整个机器的连线。

1950年 **2000年**

1939年

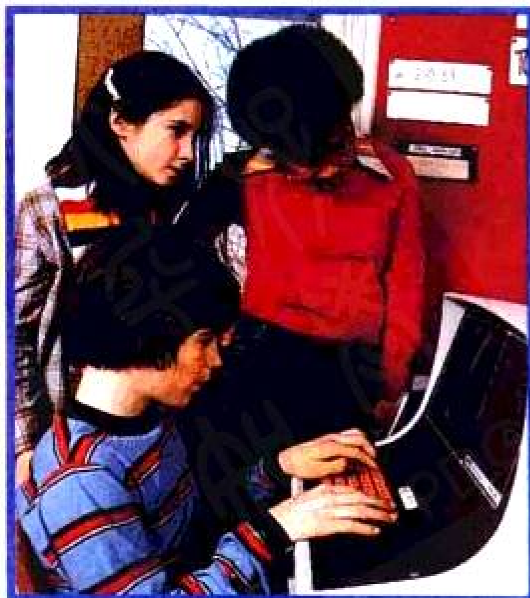
二进制

美国物理学家约翰·阿塔索费和克利福·贝尔基于二进制制造出了一台计算机模型。他们认识到数字“1”和“0”容易通过电子元件表示出来。

1974年

PC机

第一台PC机步入市场。现代的PC机的运行速率比ENIAC快400倍，质量小3000倍，价格便宜几百万美元。



电子计算机软件

电子计算机需要一套指令告诉它该怎么去做。**一个程序是一套详细的指令，这套指令命令计算机硬件对贮存的信息执行操作。**计算机程序叫做**计算机软件(computer software)**。无论什么时候，你处理文字、解数学问题或玩计算机游戏，计算机程序都在命令计算机以一定方式运行。

有一种类型的计算机软件叫计算机操作系统软件，操作系统是使计算机运行的一套基本指令。你也许听说过一种操作系统软件叫**DOS**，也称磁盘操作系统。**Windows** 是另外一种操作系统软件。

另一种类型的软件通常叫做应用软件。应用软件使计算机可以执行一些特殊任务。这些软件按功能分类，可分为如文字处理软件、制图软件、游戏软件或计算机模拟软件等。

想一想 ***什么是计算机程序？***

电子计算机程序编制

为电子计算机编制程序的人叫计算机程序编制员。**程序编制员(computer programmer)**使用计算机语言，计算机语言就是把输入信息转换成计算机 CPU 能懂的指令。你也许听说过一些计算机语言的名称，如Fortran 语言、Basic 语言、C 语言和 COBOL 语言。每一种语言是为一种特定的目的而设计的。例如，Fortran 语言允许使用者完成复杂的计算，但它不能用来处理文字。

程序编制员通过一步一步的展开过程来编制程序。首先，他们要正确地列出这个程序将要完成什么任务的提纲。第二，画出流程图。流程图是一幅表示计算机操作行为的顺序和数据流动的图。第三，用一种特定的语言为计算机编写指令。复杂的程序也许包含几百万条指令。最后，他们要测试这个程序。

如果这个程序不按编制员事先设定的方案那样运行，他们就使用逻辑识别找出“虫子”，然后进行“驱虫”。这里有一个典故，早期计算机中曾发生了一个不可思议的故障，后来，程序编制员在一个极其重要的电器开关中发现了一只蛀虫。此后，程序编制员把程序中存在的问题称为“虫子”，把修改问题称为“驱虫”。



图4-24 计算机程序编制员为各种应用开发软件，从简单的打字到培训工人。



图4-25 电子计算机并不总是采用台式计算机的形式。电子计算机技术被用在像照相机和手表这样普通的设施中。

工作中的电子计算机

电子计算机的硬件和软件并不总是那么显而易见的，因为有时你看不到整个计算机装置，你不应该认为这里没有电子计算机。你戴的是数字式手表吗？如果是的话，那么你戴着一台计算机，计算机芯片用来控制报时和显示时间数字。

你用过傻瓜相机吗？电子计算机和电子传感器被用在照相机里控制曝光的时间。在杂货店里，电子计算机把货物条形码输入到现金出纳机中，并合计你所购物品的货款。电子计算机芯片也用来控制汽车发动机，控制高楼大厦的空调系统，甚至操纵一些门锁。看看周围，其实到处都有电子计算机。



第三节复习

1. 什么是电子计算机？电子计算机怎样贮存信息？
2. 电子计算机运行时，其中的硬件和软件起什么作用？
3. 电子计算机中的开关如何用二进制码来计数10？
4. **理性思维** **分类** 确定下列每一个设备是输入设备、输出设备，还是两者都是：键盘、打印机、磁盘、扫描仪、可触摸感光屏。

课题 4

检查进度

选择你喜欢用计算机来完成的一项任务。考虑一项活动，像修剪草坪或给庄稼浇水。尝试利用计算机作出简单的应用。设计一系列步骤，使计算机按照这些步骤来完成这个任务。输入计算机的是什么信息？从计算机中输出的又是什么？为帮助其他同学理解你的新发明，画一幅流程图。

硬币计算机

计算机使用二进制系统，二进制中只用两个数：0 和 1 来表示数字。在计算机中，开关断开表示“0”，开关闭合表示“1”。现在，你要用硬币代替开关来制作一台计算机模型。

问题

怎样用硬币来模拟计算机中数和数的加法？

技能

数据解释、得出结论

材料

15 枚硬币　纸　尺子

二进制数表（图 4-22）

步骤

第一部分 二进制数字

1. 复习二进制数字（看这一章图4-22）。
2. 在使用这台计算机之前，你需要学会用硬币代码来数数的规则。
   - ◆正面朝上表示数字“1”。
   - ◆反面朝上表示数字“0”。

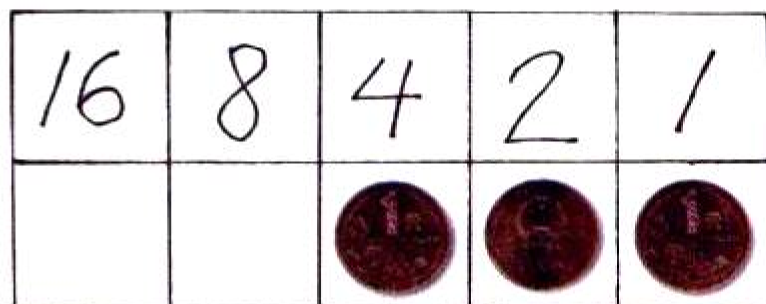


图 1

3. 检查图 1，硬币这一行表示一个二进制数字。在笔记本上，记下用硬币这一行表示的二进制数字。
4. 把这个二进制数字转换成十进制数字。把结果写在你的笔记本上，记住二进制数字 101 等于十进制数字 5。

$$(1 \times 4)+(0 \times 2)+(1 \times 1)=$$
$$4 \quad + \quad 0 \quad + \quad 1 \quad =5$$

5. 在笔记本上记下下列二进制数字：110、111、1000、1001 和 10001。
6. 用硬币表示这五个二进制数字。然后把这五个数字转换成相等的十进制数字，并作记录。

第二部分 二进制数字相加

7. 学习下列二进制加法规则。

$$\begin{array}{r}0\\+\,0\\\hline 0\end{array}\qquad\begin{array}{r}1\\+\,0\\\hline 1\end{array}\qquad\begin{array}{r}1\\+\,1\\\hline 10\end{array}$$

第三条规则看起来也许有点怪，但记住 10 在二进制中等于十进制中的数字 2。第三条规则说明二进制数字相加时的进位情况。

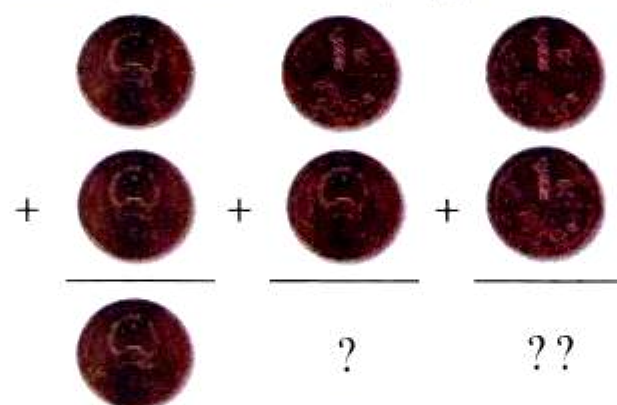


图 2

8. 用硬币正面表示数字“1”，反面表示数字“0”，第7步中加法规则可用图2表示出来。第一条规则已完成。用硬币作出另两条规则。把结果写在笔记本上。

9. 看图3，它表示了用计算机来做的一道加法题。根据你学过的规则，核对已做的算术题。（记住在可能的时候，需要进位“1”）

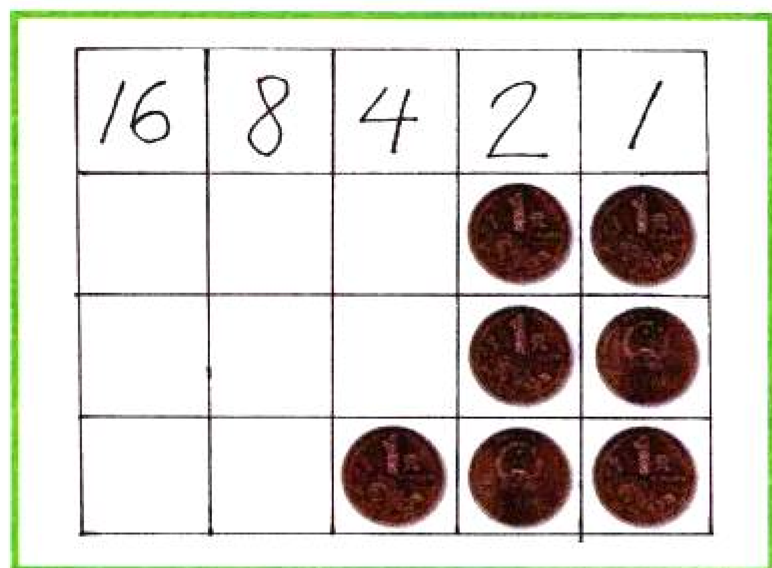


图 3

第三部分　制作一台二进制计算机

10. 制作一个像图3那样的空白图表。务必保证三行空格中的每一空格足够大，可放入一枚硬币。这个图表就是你的计算机。

11. 在第一行中放入三枚硬币表示二进制数110。

12. 在第二行中再放入三枚硬币表示二进制数101。

13. 把这两个二进制数相加，用硬币表示它们的和。

14. 把三行硬币转换成十进制数字。

15. 用十进制数字来检查你所做的题是否正确。

16. 接着，用你的计算机把二进制数11和11相加。你将在两个地方进位“1”。如果你得到的结果是110，那么你的进位正确。

17. 再另外出三道加法题，让你的同伴解。至少在每对二进制数中有一个数的位数超过三位。每一次你需要重复第10～15步骤。在笔记本上写下题目。

分析与结论

1. **比较**　在第三部分所做的计算中，用二进制和十进制得到的计算结果相同吗？

2. **解释数据**　5枚硬币所能表示的最大的数是什么？解释一下。

3. **得出结论**　怎样改进你的计算机，以便你能表示比问题2的答案更大的数？在二进制中，你怎样表示“32”或“64”？用硬币图解来说明你的答案。

4. **交流**　在计算机中，每一个打开或关闭的开关叫一位。一个字节由八个位组成。模拟每一个字节需多少枚硬币？一台典型的PC机有一个容量为3G（3000兆个字节）的硬盘。要模拟这个硬盘中的字节数需要多少枚硬币？

进一步探索

找出你的模型表示二进制数的倍数规律，一个二进制数字和它的倍数有什么关系？

提示：如果你知道对十进制数中的9加倍，答案是18。9在二进制中是什么？18在二进制中是什么？再举一些例子试一试，并找出规律。

SECTION 4 信息高速公路

探索 **活动**

电子计算机有多么重要

1. 取一张地方或国家级的报纸。
2. 浏览报纸上涉及到的电子计算机、因特网、万维网或信息高速公路的文章。
3. 记下文章的主题。例如：这篇文章是关于政治、烹调、财经或者计算机的吗？
4. 制作一个数据表来展示你的研究结果。

思考

推理 通过电子计算机你可推断出哪些类型的信息是有效的？你认为人们利用的信息有多少是通过电子计算机获得的？

阅读指南

- 电子计算机网络的优点是什么？
- 什么是因特网？
- 怎样安全使用电子计算机？

阅读提示 阅读之前，列出你知道的关于因特网的五件事。阅读本节后，再补充一些内容。

因为有了因特网，世界就在你的面前。你可以给地球背面的人发送电子邮件；当你准备一份学校报告时，可通过万维网，搜寻你要的信息，新闻、体育、旅游信息和天气预报随时都可查到。这怎么会可能的呢？这是通过连接到网络上的电子计算机来实现的。

电子计算机网络

你已经通过连接城市和城镇的公路网和高速公路网进行旅行。**计算机网络(computer network)**是用电缆或电话线连接起来的一组计算机。**计算机网络允许不同地方的人共享信息和软件。**

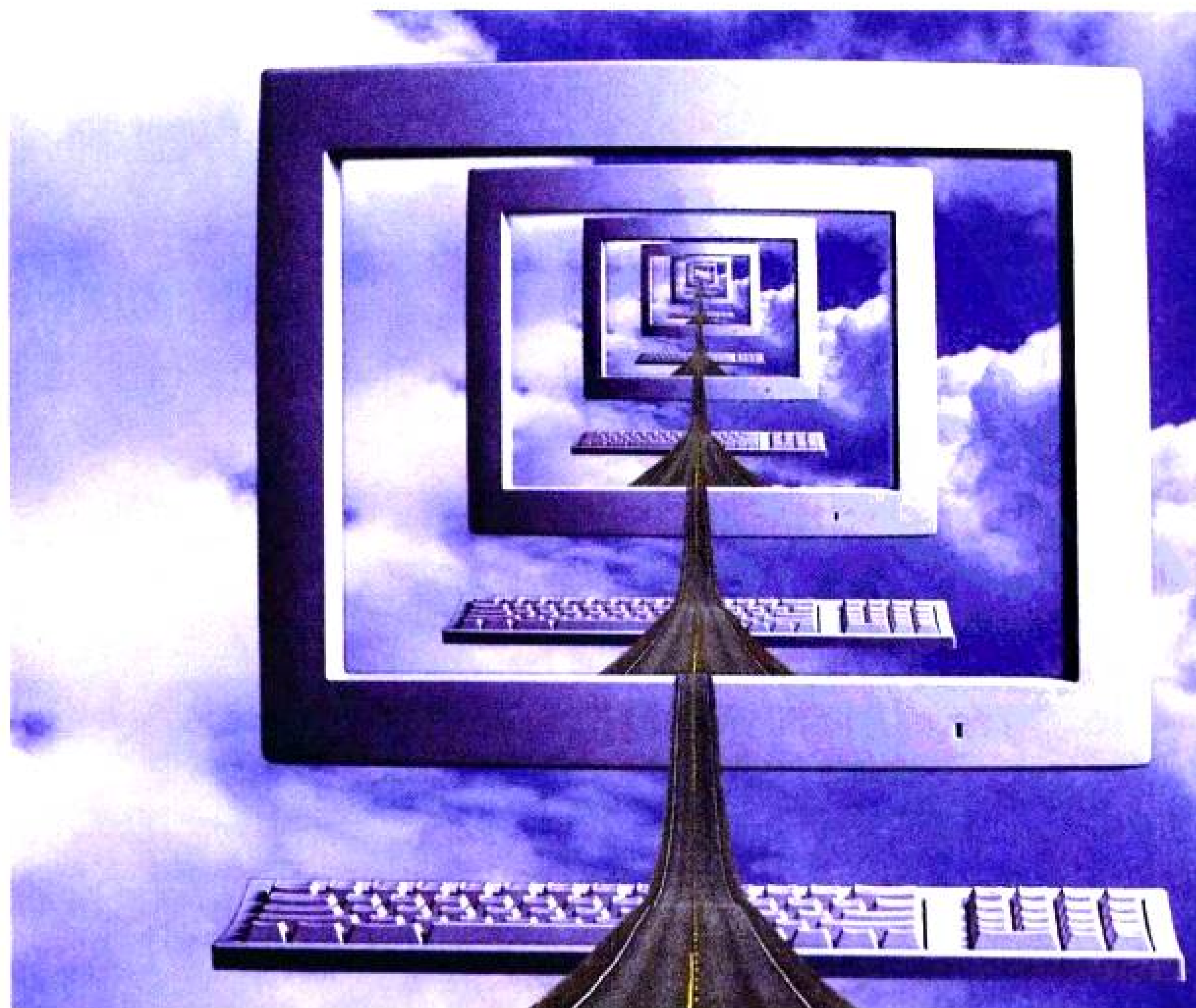


图 4-26 这是艺术家想象的信息高速公路。

概括 *你怎么定义信息高速公路这个术语？*



图 4-27 在局域网中，电缆把计算机连接起来。全世界的人可通过广域网如因特网连接起来。

有两种类型的网络。连接于一个教室或一座办公楼的一组计算机网络叫做**局域网(local area network)**。连接相距比较远的计算机网络叫做**广域网(wide area network)**。在广域网中，大功率的计算机为数以百计的小功率计算机起支持网络连接的作用。

因特网

最有效的广域网是因特网。**因特网 (internet)** 是连接千百万台用于商店、学校及研究机构的计算机的全球性网络。**因特网是延伸到整个世界的主计算机网络。**你可以说因特网是网络的网络，因特网和其他小网络连在一起，被称为信息高速公路。

因特网创建于1969年，当时它作为军用通信系统，用来连接军用计算机。即使有许多计算机被毁坏，这种线路的设计仍可以继续保持通信畅通。为了让科学家们通过计算机交换数据，各所高校后来纷纷加入因特网。

允许企业加入因特网始于1993年。这些企业（商店）叫做因特网服务提供者。由于进入因特网很容易、便捷，因特网以惊人的速度发展了起来。现在因特网可用于娱乐、购物和日常信息的收集，已完全超出了它原先的设计目的。

试一试

设计你的网页

活动

许多企业和个人在万维网上都有自己的主页，这些主页通常用来描述企业或个人的特点。

交流 设计你的主页，阐述你的兴趣爱好、习惯和成就。主页常允许使用者点击某些词来发现关于一个特定主题的更多信息。在你的设计中，务必包括文章、照片及一些图案。

万维网

你可能已经在万维网上看到有用信息的广告。万维网于1989年发展起来。**万维网(world wide web)**是一种允许你展示和查阅文件的系统，文件在因特网上叫网页。一个网页可包括文章、图片、活动画面或声音。在万维网发展的早期，因特网用户只能以文字和数字的形式看到信息。通过万维网，用户可看到类似于你在电视上看到的图像。一种叫做搜索引擎的软件程序允许人们通过万维网查找资料。

☑ **想一想** ***万维网是怎样改变因特网的?***

安全使用计算机

像任何东西一样，计算机网络也有它的利和弊，例如，信息是那么容易传送，以至于它们可能进入到别人的手里。网络设计时已经考虑到保护信誉卡密码、医疗数据、商业记录及其他重要信息。通常需要获得认可才能进入网络，已有一些专门的软件来防止不受欢迎的用户进入网络。当然，你可以使用一些口令进入局域网。

另一种保护信息的方法是设置密码或称加密。**加密(encryption)**是为了只让许可的用户使用信息，而给信息设置密码的过程。

计算机病毒是因特网的另一种危险。**计算机病毒(computer viruse)**是干扰计算机正常运行的程序。像活病毒一样，计算机病毒进入计算机后会自动繁殖。计算机病毒能毁坏信息，甚至使计算机死机。



图4-28 多数网络需要使用者提供密码，获得认可才可以进入。千万不要把你的密码告诉你不熟悉的人。

在计算机病毒感染前，可以用一些杀毒软件检测病毒。**当你从网络上下载一个文件时，你应该打开检测病毒的软件**。将杀毒软件拷到硬盘上，以保护你的硬盘驱动器。

计算机安全使用很重要的一点是你的人身安全。计算机用户不需经过审查。因为这个原因，使用聊天室时要千万小心。**聊天室 (chat room)** 是网络的特色，它允许两个或更多的用户交换信息。**你不知道谁在使用聊天室，因此绝对不要将你的姓名、住址或电话号码告诉陌生人。不要对令人不愉快的信息作出反应，不要接受来自陌生人的文件。**



图4-29 这套学校买的软件只许可用在这所学校的计算机上。

知识产权

计算机程序是一种知识产权。**知识产权(intellectual property)** 是一种思想或艺术的创作，就像一首诗或一本书一样。政府通过授予作者版权和发明者专利来保护知识产权。

当你购买了一套计算机软件时，你事实上为你自己使用这个软件程序购买了许可证。如果你的朋友从你的计算机上复制这个软件到另外的计算机上，作者就得不到报酬。如果不给作者支付报酬，他们的劳动体现不了价值，不利于他们改进程序或者编出新的程序。

除了你必须购买的一些软件以外，通过因特网，还有数千种有用的免费软件或共享软件供你选用。**免费软件 (freeware)** 就是作者已经决定让大家免费使用的软件。**共享软件(shareware)** 是作者允许大家试用或者以很低价格出售的软件，用户付费并注册，作者以后会继续改进这个程序。



第四节复习

1. 什么是计算机网络？为什么需要使用网络？
2. 什么是因特网？使用因特网的理由是什么？
3. 什么是聊天室？
4. **理性思维　计算**　你收到一张免费游戏软盘。盘上有一种计算机病毒，你玩一次游戏，这种病毒大小就增大一倍。当你玩了10次后，这种病毒增长到多大？

身边的科学

如今使用计算机已经是很平常的事，但有时候也并非如此。与成长于计算机普及之前的老年人对话，对话前先列出一些问题、查一查他(她)是否用过计算机，他(她)对计算机有什么看法，计算机是如何改变他(她)的生活，问一问他(她)是否对计算机的普及感到惊讶？

眼见不实



计算机和技术的结合能制造出魔术。计算机能把照片中亮点、暗点及色彩转换成电码。通过计算机可以改变电码，技术专家能改变照片中任何部分的内容。

这种处理照片的方式叫做数字式处理。模糊的相片可变得比较清晰和鲜明，色彩可以变得鲜艳或完全改变，细小的或隐藏的细节可做得更容易看见和理解，旧的或污损的照片可做得像新的一样，照片里的人或物可增减或到处移动。

一些人担心数字式处理可能被用于欺诈或伤害人们。那么，有没有好的方法使我们在接受数字式处理的信息时不会被愚弄呢？

论　点

经过处理的照片有什么危害

经过数字式处理过的照片可以以假乱真，很难辨别真伪。例如，假设一位摄影师拥有一张女市长紧抱她丈夫的照片和另一张臭名昭著的罪犯照片，用数字"魔术"，不道德的人可制作一张女市长紧抱罪犯的照片。不但报纸、杂志和电视台可误导公众，而且证人可能在法庭上使用伪造的照片作证。

怎样自我保护

政府可通过制订法律来反对修改照片，然而这样的法律很难实施，因为检验数字式处理非常难。这样的法律否定了有益的数字式处理，而且可能侵犯言论自由，法庭上举证时照片作为一种语言或表述方式。

对于摄影师或组织者来说，自我保护是可选用的另一方式。他们可在照片上加注密码。美国武装部队已经有加密码的照片（例如：来自军用飞机拍摄的照片）。在这种密码下，虽然可用数字化使照片更清晰，但不能增减或移动照片的内容。一些报社摄影师已经建议用相似的密码来作自我保护。

处理过的相片应该注明吗

一种保护措施也许是在任何经过数字化处理过的照片上做上记号，这样，读者就会受到告诫。反对者指出：在报刊、杂志上看到的几乎每一张照片都经过细微处理，通常仅仅是使色彩更清晰。如果每张照片都有记号，人们也就不清楚一张照片到底是经过色彩处理，还是经过伪造，这样，人们可能不相信任何照片。

你决定

1. 明确问题

用你自己的话，叙述经过数字化处理的照片将会带来的社会问题。

2. 分析选择

列出赞成和反对的原因

a. 通过立法反对用数字化修改任何照片。

b. 允许摄影师加注自己的处理密码。

c. 用特殊的记号标明所有经过数字化处理的照片。

3. 找出解决办法

假如你是一家电视台的台长。你的助手想采用两张经过数字化处理过的照片，一张用于广告节目，另一张用于新闻报道。你会同意他使用一张，或两张都用，或两张都不用吗？为什么？

SECTION 1 电子信号和半导体

知识要点

- 电子学用电流来传送信息。电子信号包括模拟信号和数字信号，是电子学的基础。
- 半导体可用来制造固态元件，如二极管、三极管和集成电路。

关键术语

电子学　固态元件
电子信号　二极管
模拟信号　三极管
数字信号　集成电路
半导体　真空电子管

SECTION 2 电子通信

知识要点

- 声音在收音机、电视机和电话机中被转换成电子信号，这些电子信号然后被传送到接收器中，接收器再把电子信号转换回声音。
- 电磁波由变化着的电场和磁场构成。这种波可用来传送电子信号。
- 电视除了收到音频信号外，还收到视频信号。视频信号使得电子束聚焦在用荧光材料覆盖的荧光屏上。

关键术语

电磁波　调幅（AM）
振幅　调频（FM）
频率　阴极射线管



SECTION 3 电子计算机

知识要点

- 电子计算机信息以二进制方式来表示。
- 电子计算机硬件包括中央处理器、输入设备、输出设备和存贮器。
- 计算机程序叫做软件。软件由详细的指令组成，指令告诉计算机该怎么去做。

关键术语

计算机　只读存贮器（ROM）
二进制　磁盘驱动器
位　硬盘
字节　软盘
计算机硬件　光盘
中央处理器　计算机程序编制员
输入设备　计算机软件
输出设备
随机存贮器（RAM）

SECTION 4 信息高速公路

与技术科学的综合

知识要点

- 每台电子计算机可通过网络互相连接在一起。因特网是覆盖世界各地的主要计算机网络。
- 计算机网络的安全使用包括病毒的检测和安全使用聊天室。

关键术语

计算机网络　计算机病毒
局域网　聊天室
广域网　知识产权
因特网　免费软件
万维网　共享软件
加密



活动

相关网站

www.science-explorer.phschool.com

复习题

选择题

选出最佳答案。

1. 有三层半导体的、用夹心方式制造出的被用来放大电子信号的元件叫做_____。
   a. 二极管
   b. 调制解调器
   c. 三极管
   d. 集成电路
2. 收音机的扬声器_____。
   a. 把声音转变成电子信号
   b. 把电子信号转变成声音
   c. 把电子信号放在电磁波中
   d. 控制电子枪的功能
3. 如果你想把信息从一台计算机传送到另一台计算机，你可用_____。
   a. 硬盘　b. RAM 芯片
   c. ROM 芯片　d. 磁盘
4. 下列属于计算机输出设备的是_____。
   a. 打印机　b. 键盘
   c. 程序　d. CPU
5. 用电缆或电话线连接的一组计算机称作_____。
   a. 微处理器　b. 中央处理器
   c. 调制解调器　d. 网络

判断题

如果叙述正确，写“T”；如果错误，写“F”，并修改划线部分。

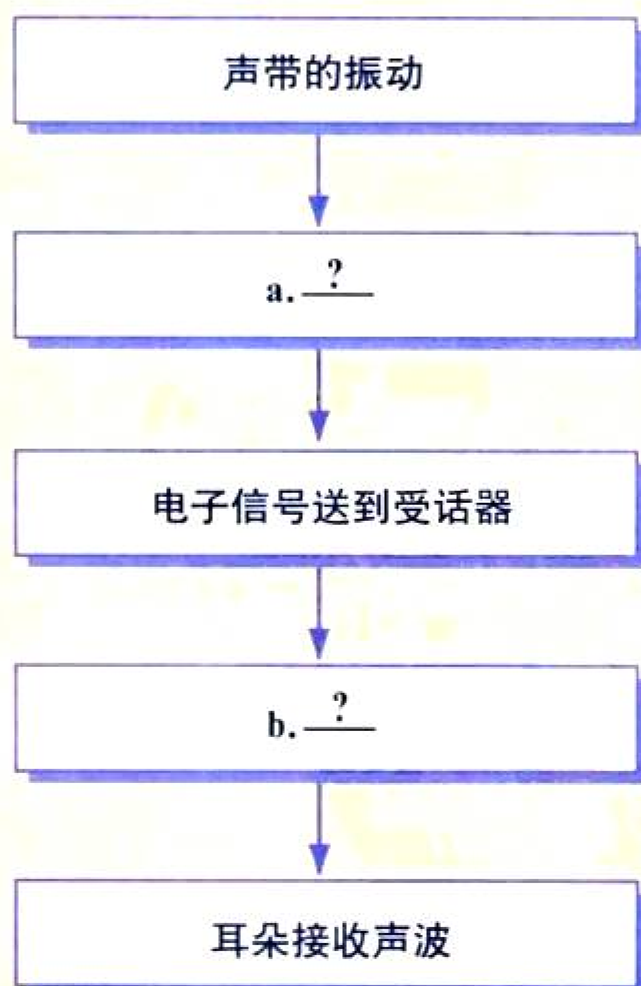
6. 三极管能把交流变成直流。
7. 使用半导体元件以前，电子设备用真空电子管来控制电流。
8. 麦克风产生电视图像。
9. 输出设备向计算机输入数据。
10. 因特网可以被描述成计算机网络的网络。

简述题

11. 比较模拟信号和数字信号。
12. 用自己的话给下列概念下定义：二极管、三极管和集成电路。
13. 画一幅电磁波的图示，列举电磁波的三个例子。
14. 说明一个无线电节目的发送和接收过程。
15. 阴极射线管如何产生图像？
16. 万维网与因特网有什么区别？
17. **科技写作**　设想你自己创办一册小杂志。为你的杂志选择一个刊名，像运动、时尚、科学或烹饪之类。然后利用计算机和因特网写3~4篇文章。

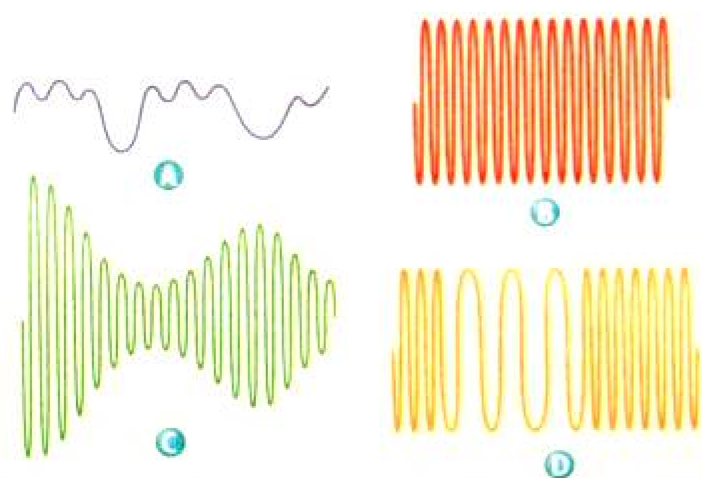
形象思维

18. **流程图**　照样把关于电话通信的流程图画在一张纸上，填空完成流程图。（关于流程图的其他方面知识，参阅技能手册）



运用技能

根据下图回答问题 19 ~ 21。



19. **预测** 如图 A 中的音频信号被转换成调幅无线电波信号，它看起来像什么？画一草图加以说明。

20. **交流** 图 B 表示什么？阐述它的基本特征。

21. **分类** 如图 C 和 D 所示，两个无线电发射机发出电子信号，则两种形式的信号有什么相似之处？有什么不同之处？

理性思考

22. **对比** 固态元件与真空电子管相比，有什么优点？

23. **解决问题** 电视屏幕上的每个图像持续 $\frac{1}{30}$ 秒。在 30 分钟的节目中，有多少个图像出现在屏幕上？

24. **运用概念** 计算机程序是一套告诉计算机如何执行任务的命令。编制一套程序，阐述完成某项任务的步骤，如使你的狗走动、取出垃圾、摆好餐桌或玩游戏。

25. **计算** 十进制数和二进制数有什么不同？说明在每一种进位制中你是如何读和写数字的。举例说明。

26. **作出判断** 为什么政府要像保护作者的知识产权一样保护计算机程序？

第 4 章 复习

学习评估

课题 4 总结

成果展示 向同学介绍已有的计算机应用和你发明的新的应用，提供每一种的图表并描述它们的作用。假设向你的同学出售你的新发明，准备一份广告，描述你的新应用将要完成的一项任务。

思考与记录 在笔记本上，讨论你学到的关于计算机应用的知识，思考你开发计算机新的应用，有没有使你的这些应用变得更好、更实用的方法呢？

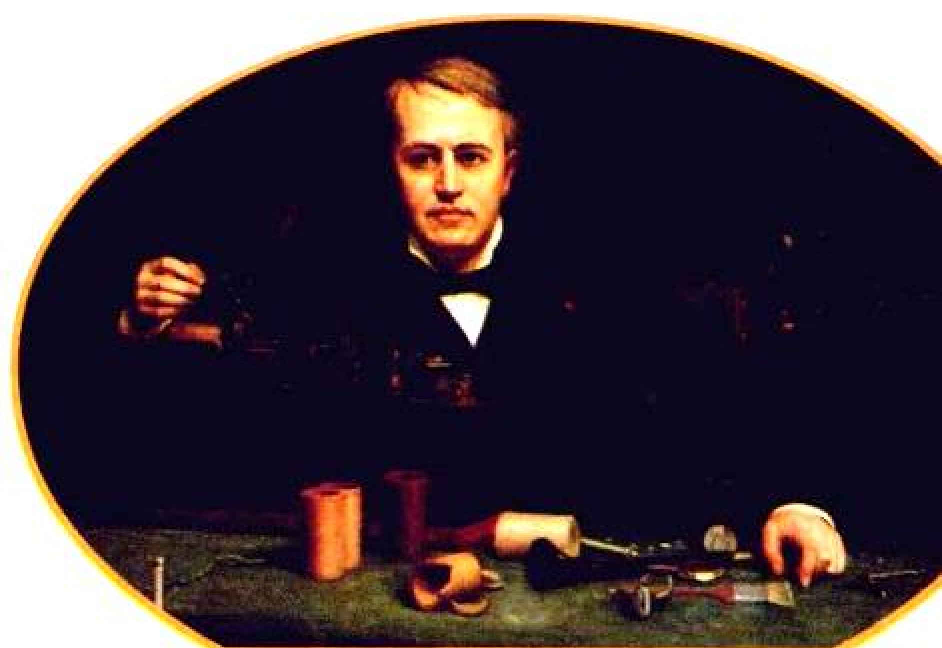
实践活动

在社区 选择你所在城镇的一家商店或办公场所，如学校、图书馆或杂货店。然后选择一台电子设备，如电话机、电视机、收音机或计算机等，在允许的情况下，与经理或雇员交谈，找出这台设备在他们工作中所起的作用。准备一份广告，说明这种设备怎样被使用和它传送什么信息。

爱迪生——天才的发明家

发明家给我们发明了什么

- 留声机?
- 电　影?
- 电　灯?



爱迪生在工作台旁



这幅照片摄于1881年，地点是纽约市的麦迪逊广场。广场上空的电灯灯光使气灯光相比起来显得非常暗。

在1881年，左图中的电灯是很新奇的。当时街道和一般家庭照明都使用气灯，有些家庭还在用油灯或蜡烛。托马斯·爱迪生的室内电灯当时还没有研制出来。

供电系统伴随电灯的发明而出现，这使得电可应用于除照明外的其他领域。想象一下没有电器的生活是什么样子，你就会明白从爱迪生那个时代以来的日常生活所发生的巨大变化。

托马斯·爱迪生（1847～1931）几乎没有上过学，但他脑子里常常会冒出一些新的想法。

除了电灯以外，爱迪生还发明了留声机和电影，改进了电报和电话机等。爱迪生去世的时候，拥有1 093项专利。专利是法律保障创造发明者在一定时期内由于创造发明而独自享有的利益。爱迪生最重要的思想之一并没有获取专利权，那就是他为工业研究创立了第一家实验室。

梅洛帕克的奇才


爱迪生在梅洛帕克的研究实验室

1900年以前，大多数发明家都各自独立地工作，而爱迪生组建了一支强大的研究队伍来完成他的想法。爱迪生有非同寻常的能力，善于鼓舞合作者的工作干劲。他自己也是个非常刻苦工作的人，他要求队伍中每个人都要做到这一点。

在1870年，他在新泽西州的纽瓦克建立了一个车间(工作室)，来实现新的想法和设计新的产品。爱迪生原队伍中的一些人和他继续工作了许多年，其中包括一位瑞士钟表匠和一位美国机械师。

到1876年，爱迪生有了足够的资金建造了一家“发明工厂”，他将厂址选在了新泽西州梅洛帕克小镇，梅洛帕克成为世界第一个工业研究实验基地。不久，一位数学家和一位玻璃吹制工人加入了这支研究队伍。

爱迪生的研究队伍经常改进别人的发明，灯泡就是一个例子。别的科学家已发明了电灯，但他们的灯泡使用寿命很短。问题是找出一种适合作灯丝的材料，这种材料不会因过热而很快烧毁。

这支梅洛帕克队伍花了几个月时间，测试了几百种材料。起先，他们把各种材料卷成一根细长的线，然后使它碳化。碳化的意思是烧烤它，直到它成为炭，再在真空或缺氧的环境中检测它。大多数材料只能维持几分钟或几个小时就断裂了。爱迪生用金属铂做过试验，取得了成功，但接着又回到碳化纤维的研制上。他们也提高了灯泡内的真空程度，玻璃吹制工人吹制了许多不同形状的灯泡。

改进灯泡的研究工作在1879年取得了突破。研制成功的灯丝是一根普通的棉线——经小心碳化后的棉线。那年年底，报纸报道了头条新闻：“成功在于一根棉线”和“没有气和火焰，制成了灯”。





灯泡里都有灯丝，小功率灯泡内一般都抽成真空。电流通过灯丝时，灯丝达到白炽状态而发光。上图是爱迪生当时设计的灯泡。

科学活动

与几个人合作，一道工作，发明一种新电器。

- 想一想该发明什么？怎么做可能使你的生活更加方便？
- 解决问题的方法是什么？用头脑风暴法设想出使用电路的可能产品，记下所有可能的想法。
- 评价每种解决办法，列出你需要的材料，记下你应该学习的新技能，商定最好的解决办法。
- 设计，并画一幅较详细的图。

写下需要的材料和制作步骤。

照亮曼哈顿

爱迪生充分认识到宣传的价值。除了是个多产的发明家外，爱迪生也知道如何宣传自己的产品。他对电力发展前景作了科学的预测，他说不久的将来电会变得十分便宜，到那时“仅有富人能买得起蜡烛”。

他的产品在巴黎和伦敦的博览会上都非常引人注目，他改进的电灯订货惊人。博览会后他先后在法国、美国、荷兰及欧洲一些其他国家创建了公司。

筹建第一家街道发电站时，爱迪生选址非常精明。珍珠街发电站给曼哈顿城区2.6平方千米的社区带来了光和电力，在给家庭供电的同时，也给商店和工厂供电。这个电路可供400只灯泡照明，其中一些灯泡装在摩尔根的办公室里，那时摩尔根是美国一流的银行家和金融家。还有一些电灯装在纽约时报编辑部。下面是时报记者于1882年9月5日作的报道：



19世纪80年代的纽约市——百老

纽约时报　1882年9月5日

“昨天时报大楼首次被电灯照亮，爱迪生先生最后对自己设计的白炽灯感到满意。当一切准备就绪时，他开动了机器，昨晚他的公司照亮了接近$\frac{1}{3}$城区面积的时报大楼所在地……

大约7点钟，天开始黑下来，电灯才真正为人们所知，它是那么的亮、那么的稳定，……在这种灯光下，人们坐下来看书、写作几个小时，丝毫不会觉得自己是在灯光之下。发明者说：这种灯发热很小，几乎是气灯发热的$\frac{1}{15}$；这种灯光是柔和的，令眼睛感到舒适，就好像在白天的光线下写作，没有闪烁的感觉，几乎没有使人感觉到令人头疼的热……大家一致决定，应该用爱迪生的电灯替换全部气灯。”

语言艺术活动

这位记者仔细观察了电灯照明的细节，并写了一件事——在他办公室里的第一盏电灯。再读一遍这篇报道，现在让你来写这件事。为了说服人们去买灯泡和安装电路，请你制作一份广告，告诉读者关于这件产品的性能，并说服他们去购买产品。

解决实际问题

爱迪生晚年时，曾担心美国学生的数学学得不够好。为了启发学生，他建议用和现实生活有关的事例出些题目。1925 年，在他 78 岁高龄时，爱迪生给学生们出了下列 4 道数学题：



1. 美国发电厂现在向 9500 000户家庭供电，估计美国的家庭总户数是21 000 000户。那么有百分之几的家庭在用电？

2. 现在每年大约需要280 000 000只钨丝灯泡供应市场，然而世界上第一家灯泡厂——爱迪生灯泡厂到1880年才开始生产灯泡，当时灯泡是免费的。我们1902 年灯泡的产量大约是25 000 只灯泡。目前市场需求的灯泡数量是这年产量的多少倍？





3. 使用 21 只灯泡的一户家庭，每年大约要更换7只新灯泡。新灯泡所占百分比是多少？

4. 如果这些灯泡以灯泡厂1902年零售价格卖出，每只灯泡他们将支付 30 美元。以现在的价格1.25 美元计算，这户家庭每年可节省多少钱？



数学活动

解答爱迪生出的 4 道数学题。

配电

用电照明不是从爱迪生的灯泡开始的。在白炽灯泡发明之前，大多数的电灯是炭弧光灯，电弧在两根炭棒之间发光。炭弧光灯被用在公共场所，如欧洲一些国家和美国的火车站，它不适合室内使用，因为它们太亮、太危险了。

爱迪生找到了室内照明的实用方法。白炽灯泡发明后，他必须建立一个把电配送到家庭和商店的系统。这个系统包括发电机、地下电缆、连接盒和仪表。

地方上的电力公司发展缓慢，是因为铺设输送电力的电缆速度缓慢且很昂贵。在20世纪20年代，城市中还不到一半的家庭使用电，城郊不到10%的家庭使用电。1935年，开始把电力输送到乡村。

社会研究活动

观察最近卫星在夜间拍摄的美国国土照片。可以发现，从西海岸到东海岸电灯照亮了美国的国土。对照美国地图，确定最明亮的地区，在这个地区坐落着什么城市？哪个州有最大的城市？哪个州有最小的城市？使用年鉴找出美国最大的五个城市的人口数量。把这些数据和美国的总人口作个比较。

留声机的历史



▲1878年，爱迪生的第一台留声机在一个旋转的圆筒上录制声音。用一根针在一张薄金属盘上滑动，播放声音。





▼这是一张1916年拍摄的照片，照片中爱迪生正拿着一张圆盘形的唱片。另一张是爱迪生改进后的留声机照片，你可以看到留声机上那个大喇叭。

这张卫星照片拍摄到的那
从太空中可以用肉眼看到街
灯光。

20 世纪 50 年代，留声机中安装
电动机和电子放大器，音质更好
容量也更大了。

◀ 45 转 / 分的唱片

78 转 / 分的唱片



着标准的播放速度从每分钟78转减少
每分钟 45 转和 $33\frac{1}{3}$ 转，唱片播放的
间更长了。

$33\frac{1}{3}$ 转 / 分的唱片

联系实际

现代生活

许多来自梅洛帕克的发明仍然影响我们现代的生活。与同学们一道研究爱迪生的一种发明，或者研究其他科学家的发明。找一找，20 世纪电器设备有了哪些改进。给出你们的研究结果，并出示给其他同学看，如果这种设备现在不再使用了，说明什么设备取代了它。这里有可供选择的一些发明。

注意：这些设备并非都是爱迪生发明的。

- ◆证券报价机
- ◆电报
- ◆留声机
- ◆录音磁带
- ◆选票统计机
- ◆打字机
- ◆电话机
- ◆汽车
- ◆无线电发射机
- ◆真空电子管
- ◆声乐器
- ◆活字铸造机



光盘也是记录装置，它的形状很像留声机的唱片。光盘的出现与爱迪生的发明有关系吗？

像科学家那样思考

也许你没有意识到，其实你每天都在像科学家那样思考。当你提出一个问题，并去寻找各种可能的答案时，会用到许多科学家们也在使用的技能。下面就来介绍其中的一些技能。

观 察

当你用一种或多种感官去搜集有关这个世界的信息时，就是在**观察(observe)**。聆听狗的叫声，数十二颗绿色的种子，或是闻飘来的气味都是在进行观察。科学家们为了提高他们感官的灵敏度，有时还需要使用一些辅助工具，比如显微镜、望远镜等，使观察更为详尽。

观察必须真实和准确，即必须如实反映所感知的事物。在探索科学时很重要的一点，就是要把观察到的内容仔细地记录在笔记本上，可以通过文字描述或者绘图等多种形式。通过观察得到的信息称为证据，或者说是数据。

推 理

当你对观察到的现象做出解释时，就是在进行**推理(infer)**，或者说做出推论。例如，当听到你家的狗在“汪汪”直叫时，你可能会推想有人正在你家门外。要做出这个推论，你需要把现象——狗叫声——以往的经验知识，即当有陌生人接近时狗往往会叫——结合起来。只有这样，才能得出符合逻辑的结论。

要注意，推论不一定就是事实！它只是对现象的多种可能解释中的一种。比如你的狗也可能因为想出去散步而直叫。哪怕是根据正确观察和逻辑推理而做出的推论，最后仍然可能会发现它是错的。要证明推论正确，惟一方法就是再进行进一步的调查。

预 测

气象预报会对第二天的天气做出许多预测——温度将会是几度、是否会下雨、风力有几级。预报员用观察和关于气象变化的知识来预测天气。这种**预测(predication)**技能实际上是根据现有证据和既往经验对将来的事件做出推论。

由于预测是推论的一种，所以它也有可能会出错。在上科学课时，你可以通过实验来检验预测的正确性。例如，假定你预测大的纸飞机能比小的飞得更快，那么该怎样来检验你的预测呢？



活 动 看这张照片，回答下列问题。

观察 仔细看照片，然后列出至少三条观察到的信息。

推理 通过观察，对所发生的事情作一推论。你是用了什么经验或者知识来做出这一推论的？

预测 预测接下来会发生什么。你的预测是基于什么证据或者经验的？

分 类

你能想像在一个排列无序的图书馆里寻找一本书是怎样一种情形？恐怕你一整天时间都得花在找书上了。幸运的是，图书管理员会把相同主题或者同一个作者的书归类到一起。把某些特征相似的物体归类到一起的方法称为**分类(classify)**。你可以根据大小、形状、用途和其他一些重要特征来进行分类。



活 动

根据你所选择的一种特征，把照片中的这些水果分成两类。然后再选择另一种特征，把它们分为三类。

科学家们也像图书管理员一样，用分类的方法把信息或者事物有序地组织起来。对事物进行分门别类以后，它们互相之间的关系就变得清晰易懂了。



活 动

这个学生在用模型来演示地球上的昼夜是怎样产生的。请问模型中的手电筒和网球分别代表什么？

建立模型

你是否曾经用过画图的方法来帮助别人理解你所说的意思?这样的图画就是一种模型。模型是用来显示复杂事物或过程的表现手段。如图画、图表、计算机图像等。**建立模型(making model)**能帮助人们理解他们无法直接观察到的事物。

科学家们经常用模型来代表非常庞大或者极其微小的事物，比如太阳系中的行星、细胞的细微结构等。这些模型是物理模型——能直观反映真实物体形状的图画或三维结构。另外还有一些抽象模型——能描述事物活动规律的数学方程式或者描述性文字。

交 流

当你在打电话、写信或听老师讲课时，都是在进行交流。**交流(communicate)**就是与其他人交换看法、分享信息的过程。有效的交流需要许多技能，包括听说读写以及建立模型的能力。

科学家们通过交流来了解彼此的研究成果、信息和想法。他们经常通过科学期刊、电话、书信以及互联网络来交流他们的工作。他们还通过参加各种学术会议来交换看法。

活 动

在一张纸上详细清楚地写下你系鞋带的各个步骤，然后与你的同学交换，再按照他写的步骤来系鞋带。你能按他的方法系好鞋带吗？如果要把步骤说明得更清楚些，你的搭档还应该再做哪些改动？



动手测量

当科学家们进行观察时，仅仅得出结论说某件东西“大”或者“重”是不够的。他们必须用工具来测量这个东西究竟有多大或多重。通过测量，科学家能把他们的观察结果表达得更为精确，在交流时就能给出更多的信息。

使用国际标准计量单位

全世界科学家通用的标准计量系统是**国际标准计量单位(International System of Units，简称SI)**。SI的单位使用方便，因为它们都是十进制的。每一个单位都是它下一级单位的十倍，同时也是上一级单位的十分之一。右表中列出了SI单位最常用的一些前缀。

SI单位的常用前缀

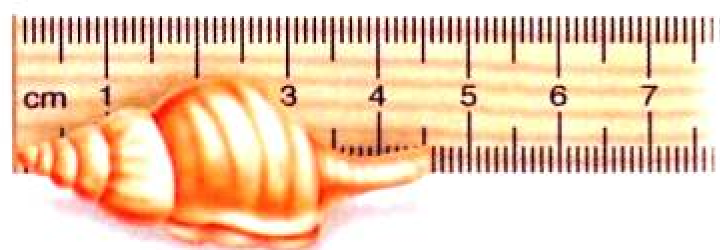
前缀	符号	含义
kilo-(千)	k	1 000
hecto-(百)	h	100
deka-(十)	da	10
deci-(分)	d	0.1(十分之一)
centi-(厘)	c	0.01(百分之一)
milli-(毫)	m	0.001(千分之一)

长度 衡量长度或者两点间距离的单位是**米(meter，简写m)**。1米大约是从地板到门把手的距离。较长的距离(比如两个城市之间的距离)要用**千米(kilometer，即公里，简写km)**来衡量。较短的距离则用**厘米(centimeter，简写cm)**或**毫米(millimeter，简写mm)**。科学家通常用米尺来测量长度。

常用换算

1km = 1 000m
1m = 100cm
1m = 1 000mm
1cm = 10mm

活动 图中米尺上的长线表示厘米刻度，没有标数字的短线表示毫米刻度。这个贝壳有几厘米长？相当于几毫米？

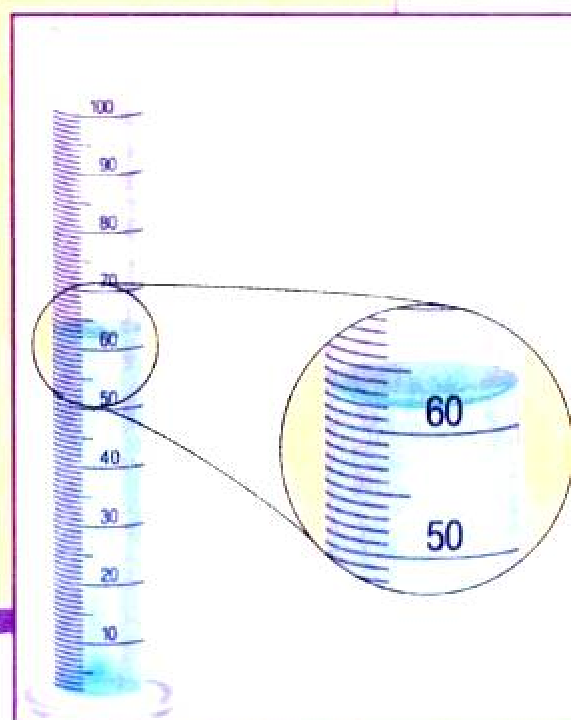


液体的体积 液体的体积，或者说液体所占空间的大小以升(liter，简写L)为单位。一升大概相当于一个中等盒装牛奶的大小。较小的体积往往以毫升(milliliter，简写mL)为单位。科学家通常用带有刻度的量筒来测量液体的体积。

常用换算

1L = 1 000mL

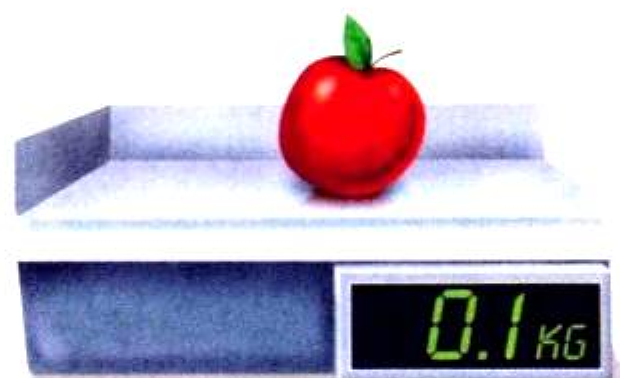
活动 图中的量筒以毫升为刻度。注意，量筒中的液面总会有一个弧度，因此又叫做凹面。测量体积时必须在凹面的最低点处读数。问这时量筒中水的体积是多少？



质量 测量质量(一个物体中物质的量),需要用到的单位是**克(gram**,简写**g)**。1克大约是一个回形针的质量。较大的质量要以**千克(kilogram**,简写**kg)**为单位。科学家通常用天平来测质量。

常用换算

1kg = 1 000g



活动

图中测量苹果质量的电子天平的单位是千克。请问这个苹果的质量是多少?假设制作一种苹果酱需要一千克苹果,那你大约会需要几只苹果?

温度 测量物体的温度需要用到**摄氏度(Celsius-scale)**。用摄氏温度计来测量物体温度就可以得到以摄氏度(℃)为单位的数值。水在0℃结冰,在100℃沸腾。



活动

图中液体的温度是几摄氏度?

SI单位的换算

使用SI单位必须懂得如何进行单位之间的换算,这需要用到**计算(calculating)**的技能。SI单位的换算与人民币元角分之间的换算是相似的,它们都以十进制为基础。

假设你要把80厘米换算成米,可以按照以下步骤进行换算。

1. 先写下要换算的测量数据——在本例中是80厘米。

2. 然后写出换算系数,代表要换算的两个单位之间的关系。在本例中,关系式为1米=100厘米。将换算系数用分式来表示,注意把要转换的单位(在本例中为厘米)写在分母上。

3. 把要换算的测量数据与这个分式相乘。这样,原来数据的单位就与分母上的单位相消。其结果的单位就变成你想要换算成的单位了(本例中为米)。

例:

80厘米 = __?__米

$$80\,\cancel{\text{厘米}} \times \frac{1\,\text{米}}{100\,\cancel{\text{厘米}}} = \frac{80\,\text{米}}{100} = 0.8\,\text{米}$$

活动

换算下列单位

1. 600毫米 = __?__米
2. 0.35升 = __?__毫升
3. 1 050克 = __?__千克

科学研究

从某种角度来说，科学家们就像侦探一样，把各种线索拼凑起来弄清事情的来龙去脉。他们收集线索的途径之一就是开展科学实验。实验能够审慎、有序地检验科学家的想法。虽然并不是所有的实验都遵循相同的步骤和顺序，但其基本模式大多与下列所描述的相近。

提出问题

实验是从提出一个科学问题开始的。科学问题是指能够通过收集数据而回答的问题。例如，“纯水和盐水哪一个结冰更快？”就是一个科学问题，因为你可以通过实验收集信息并给予解答。

提出假设

第二步是提出一个假设。假设是对实验结果的预测。和所有的预测一样，假设是建立在观察和以往的知识经验上的。但与许多预测不同的是，假设必须能够被检验。严格的假设应该采用“如果……，那么……”的句式。例如，“如果把盐加入纯水中，那么这水会需要更长的时间才能结冰”就是一个假设。这样的假设其实就是对你要进行的实验的一个粗略概括。



实验设计

接下来需要设计一个实验来检验你的假设。在计划中应该写明详细的实验步骤，以及在实验中要进行哪些观察和测量。

设计实验时涉及到两个很重要的步骤，就是控制变量和给出可操作定义。

控制变量 在一个设计良好的实验中，除了要观察的变量以外，其余变量都应始终保持相同。**变量(variable)**是指实验中可以变化的因子。其中人为改变的因子称为自变量又称**调节变量(manipulated variable)**。在这个实验中，往水里加盐的量就是调节变量。而其他的因子，比如水的量、起始的温度，都应保持不变。

随着调节变量变化而变化的因子称为**应变量(responding variable)**。应变量是为了得到实验结果而需要观察或测量的指标。这个实验中应变量就是水结冰所需要的时间。

除了一个因素以外，其余因素都保持不变的实验叫做**对照实验(controlled experiement)**。绝大多数对照实验都要设立对照，本实验中的容器3就是对照。由于容器3中的水没有加盐，因此就可以拿另外两个容器的结果和它作比较。两者结果之间的差别，都可以归结为是加入了盐的缘故。

操作性定义 设计实验的另一个重要方面就是要有清楚的操作性的定义。**操作性定义(operational definition)**是指一个说清楚某个变量该如何进行测量，或者某个术语该如何定义的陈述。例如本实验中，如何来确定水是否结冰呢？你可以在实验开始前向每个容器中插入一根搅拌棒。对于"结冰"的操作性定义就是搅拌棒不能再移动的时候。

实验步骤

1. 在三个相同的容器中分别加入300毫升冷自来水。
2. 容器1中加入10克盐，充分搅拌；容器2中加入20克盐，充分搅拌；容器3中不加盐。
3. 把三个容器同时放入冰箱。
4. 每隔15分钟检查一下容器，并记录你的观察结果。

分析数据

实验中得到的观察和测量结果称为数据。实验结束时要对数据进行分析，看看是否存在什么规律或趋势。如果能把数据整理成表格或者图表，常常能更清楚地看出它们的规律。然后要思考这些数据说明了什么。它们能不能支持你的假设？它们是否指出了你的实验中存在的缺陷？是否需要收集更多的数据？

得出结论

结论就是对实验研究发现的总结。在下结论的时候，你要确定收集的数据是否支持原先的假设。通常需要重复好几次实验才能得出最后的结论。但得出的结论往往会使你发现新的问题，并设计新的实验来寻求答案。

活动

球反弹的高度是不是会受它落下的高度的影响？请按上述所说的步骤，设计一个对照实验来研究这个问题。

理性思维

你的朋友是否曾经就某个问题来征求你的意见？如果是的话，你也许已经通过逻辑的方式来帮助他理解问题了。也许你自己并没有意识到，你这样做其实就是在用理性思维的技能在帮助朋友。理性思维是指在解决问题和做出判断时使用推理和逻辑。下面就来谈谈一些理性思维的技巧。

比较与对比

当你想要寻找两件事物的相同和不同之处时，就需要用到**比较(compare)**与**对比(contrast)**的技能。比较是指找出相似性，即共同特征。对比是指找出不同点。用这种方法来分析事物能帮助你发现一些平时容易忽略的细节。



活动

将照片中的两只动物进行比较与对比。先列出你观察到的所有相似之处，再列出所有不同之处。

应用概念

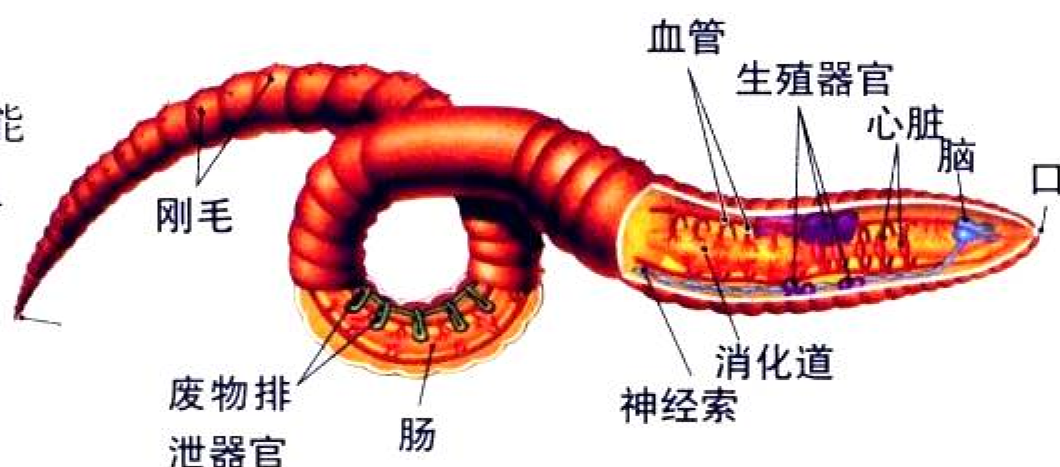
应用概念(applying concept)技能就是要用有关某一情况的知识来理解另一种相似的情况。如果你能把原来的知识活用到另一种情况，这表明你已经真正理解了这个概念。在考试时，即使题目和原来课堂上讲的不完全一样，你也可以用这个技巧来应对自如。

活动

前面刚刚学过，如果把其他物质掺入水中，结冰就会需要更长的时间。请用这个原理来解释，为什么冬天人们要把一种称为“抗冻剂”的物质加入汽车散热器里。

理解图表

教科书中的图表、照片和地图能帮助你理解课文。这些插图形象地显示了某些过程、位置或者想法。**理解图表(interpreting illustration)**技能可以帮助你从这些视觉元素中学到知识。要理解一张插图，必须多花一些时间仔细看插图和附带的所有文字信息。插图的说明含有图中的重要概念。图注指出了图中的关键部分。而图例则说明了图中各种符号的含义。



▲ 蚯蚓的内部解剖结构

活动

仔细研究上图，然后写一段话来描述你从图中得到的信息。

因果推断

如果一个事件能导致另一个事件发生，那么就说这两者之间存在因果关系。**因果推断 (relating cause and effect)** 技能就是要判断两个事件之间是否存在因果关系。例如，如果你发现皮肤上起了一个红肿块并且发痒，你就可能推理出这是被蚊子叮咬的。蚊子叮咬是因，肿块是果。

但是有一点很重要——不能光凭两个事件一起发生，就判断它们之间存在因果关系。科学家会通过实验或者根据以往的经验，来判断因果关系是否存在。

活动 在野营时，你的手电筒突然不亮了。试列出手电筒失灵可能的原因。你怎样来判断是什么原因导致手电筒不亮的？

归 纳

归纳 (making generalization) 是指根据局部信息来推断总体信息的技能。要做出正确的归纳，从总体中选出的样本就必须足够大而且具有代表性。你在买葡萄时就可以试着使用归纳技能。先拿几颗葡萄来尝一尝，如果都很甜，就能归纳出所有的葡萄都是甜的——这时就可以放心地买上一大串了。

活动 有一组科学家要判断某个大水库里的水是否可以安全饮用。这时可以应用归纳法吗？他们应该做些什么？

做出判断

做出判断(making judgment)就是评估某件事情的好坏对错的技能。例如，在你决定吃健康食品或在公园里捡起一张废纸时，就用到了判断。做出判断前，需要全面地考虑到事情的正面与反面，并明确自己持有什么样的价值观和标准。

活动 你认为儿童或青少年骑自行车时是否应该带头盔？为什么？



解决问题

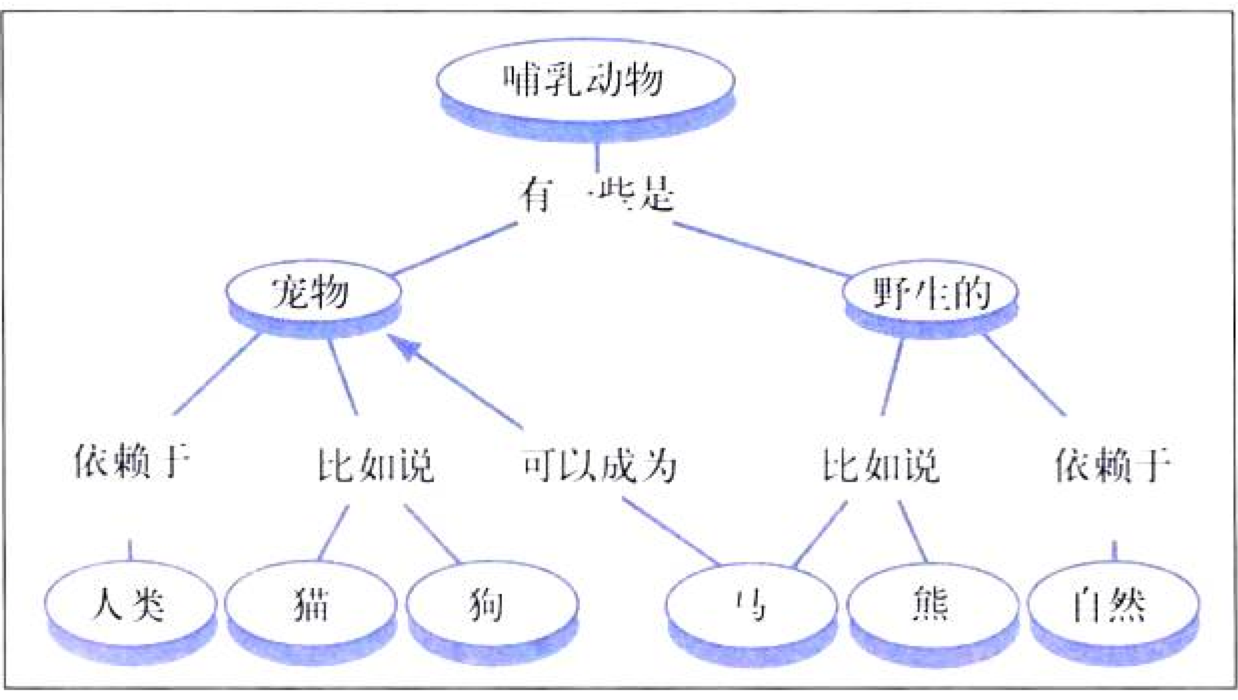
解决问题 (problem solving) 就是运用各种理性思维的技巧来解决事情或决定行动的技能。有一些问题简单而直接，比如把分数转化为小数。另一些问题更为复杂，比如弄清计算机为什么不能正常运行。解决某些问题可以用尝试法，即先尝试一种解决方案，如果不行，再试另一种。还有一些有用的解决策略，包括建立模型、和同伴一起商讨可行的办法等。

信息处理

在读这本书时，你怎么能够清楚地了解其中包含的全部信息呢？下面就介绍一些处理信息的实用工具。这是一些图表，它们能使你对某个主题产生一个形象的概念，并明了其中一些重要概念之间的关系。

概念图

概念图在对一些概念较多的主题进行整理时是十分有用的。它从总的概念出发，逐步展开，显示出大概念是如何被分解成一个个小概念的。这样整理之后，各个概念之间的关系就更清晰易懂了。



概念图是由写在圆圈中的概念(通常是名词)和连接它们的联系词构成的。最具概括性的概念常常位于图的顶端，越往下，概念的范围就越小。写在两个圆圈连线上的连接词通常用来描述两者之间的关系。一般要求在从上向下把概念——连接词——概念连起来时，读上去应该就像一句句子。

有些概念图还会用连接词来连接位于不同分支上的两个概念。这称为交叉连接。交叉连接显示了概念之间更为复杂的内在联系。

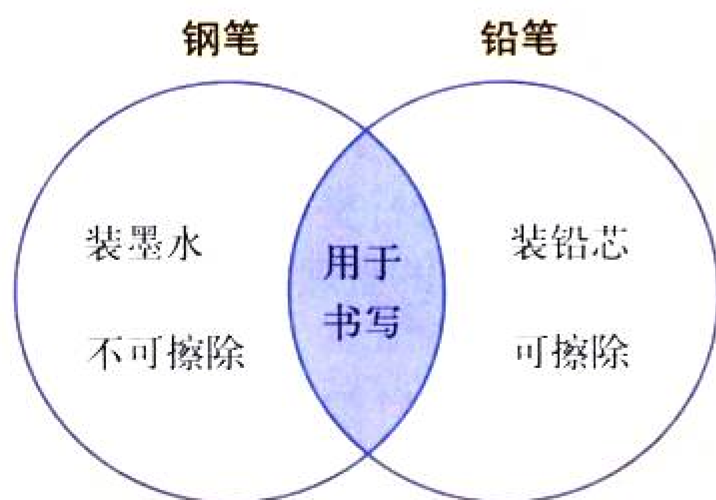
比较／对比表

比较／对比表是比较两种以上事物的异同点时很有用的工具。它能提供一个有序的框架，根据你所需要了解的特性对事物进行比较。

建立比较／对比表时，首先把要比较的事物列在表格的顶端。然后，把作比较所依据的特性列在左侧的一栏中。最后，把每件事物关于各个特性的信息填入相应的格子里。

特　性	棒　球	篮　球
队员人数	9	5
场地	棒球场(正方形)	篮球场(长方形)
设施装备	球棒、棒球、棒球手套	篮球架、篮球

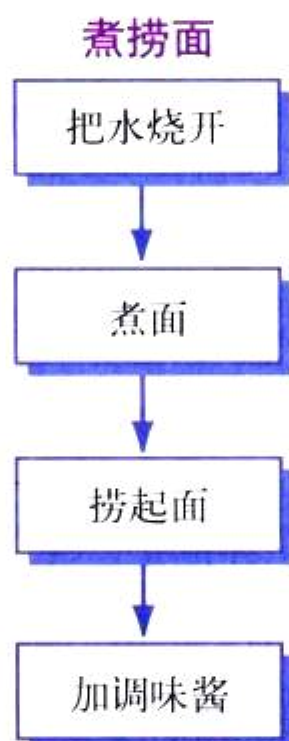
维恩图



维恩图是另一种用于显示事物异同点的方法。它由两个或两个以上互相部分重合的圆组成。每一个圆代表一个特定的概念或观点。概念之间的共同特征(相似点)写在两个圆重叠的区域内，独有的特征(不同点)则写在相应圆中重叠区域以外的部分。

建立维恩图时，首先画两个部分重合的圆。在每一个圆的上方注明它代表的事物。独有的特征写在重叠区以外，而共同的特征写在重叠区内。

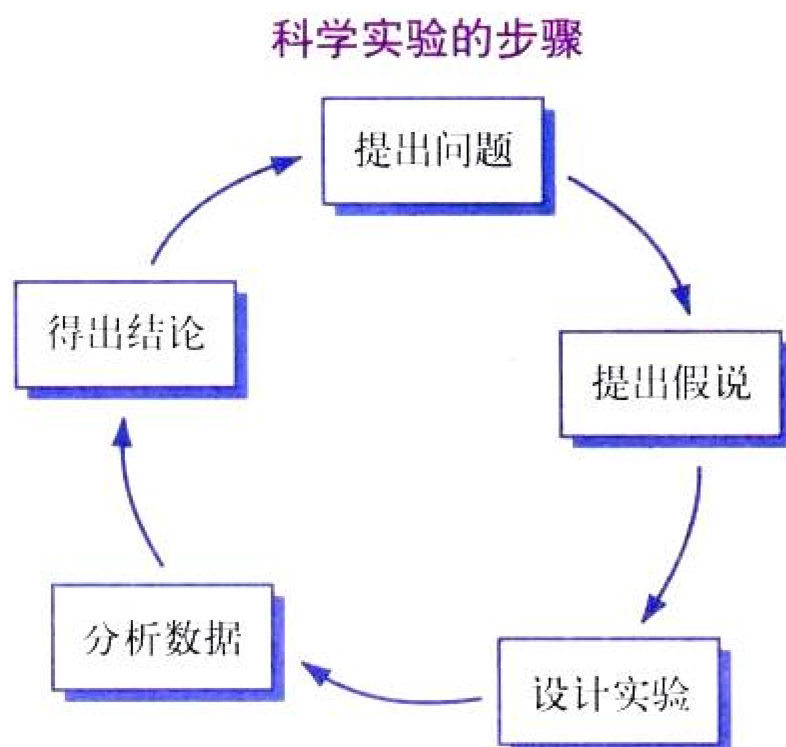
流程图



流程图能够帮助你理解某组事件是按照怎样的顺序发生的。它能有效地概括出某一过程的各个阶段，或某一程序的各个步骤。

建立流程图时，首先把每个事件简要地写在方框中。然后把最先发生的事件排在最上方，第二发生的事件排在其次，依此类推。最后，把各个事件依次用箭头连接起来。

循环图



循环图用来表示一系列连续循环发生的事件。连续就是指没有终点，因为当最后一个事件结束时，第一个事件又重新开始了。就像流程图一样，循环图也能帮你理解事件的先后顺序。

建立循环图时，首先把每个事件简要地写在方框中。把一个事件排在纸顶部的中间。然后，沿着一个假想圆圈的顺时针方向，按时间顺序依次排列各个事件。最后，把事件依次用箭头连起来形成一个连续的圆圈。

绘制图表

怎样才能使科学实验得到的数据变得有用？第一步就是要对数据进行整理，以便更好地理解它们的含义。图表就是这样一种有用的整理数据的工具。

记录表

在实验准备中，除了要收集好所需的材料以外，还必须设计好用什么方式来记录实验中将会发生的事情。创建一张记录表能帮助你有序地记录观察和测量结果。

例如，某位科学家要进行一项实验，来了解不同体重的人在做各种活动时会消耗多少热量。右边这张记录表就记录了他的结果。

30 分钟活动所消耗的热量(单位：焦)

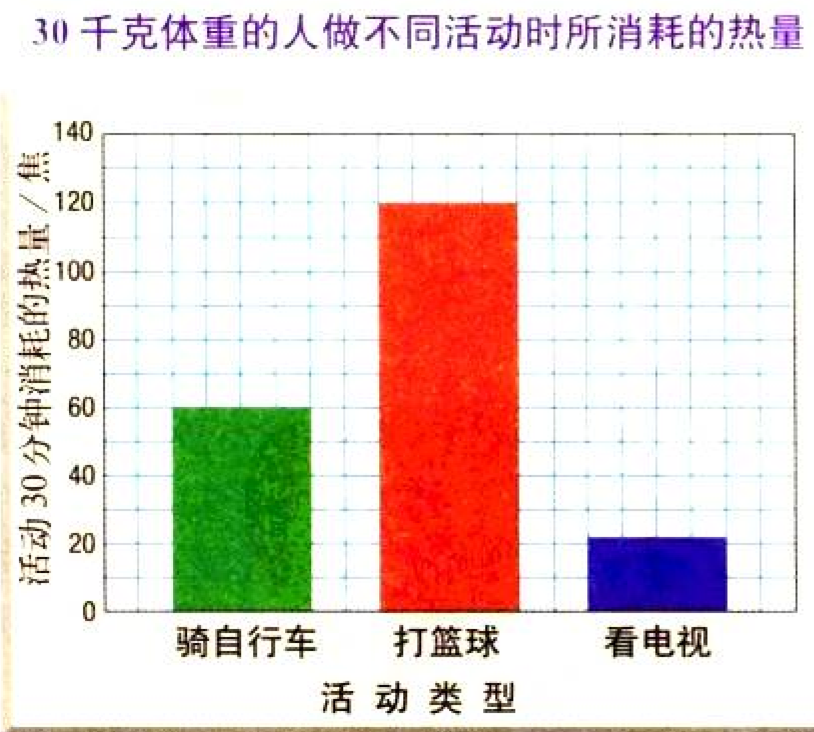
体重／千克	实验 1: 骑自行车	实验 2: 打篮球	实验 3: 看电视
30	252	504	88
40	323	689	113
50	399	865	139
60	479	1 042	160

注意在这张记录表中，第一列是调节变量(体重)，第二列至第四列分别是实验1到实验3的应变量(对于实验1，就是骑自行车时消耗的热量)。

柱形图

比较一个人在做不同活动时所消耗的热量差异可以用柱形图。柱形图用于显示一组不同项目的数据。在这个例子中，骑自行车、打篮球和看电视就是三个独立的项目。

30 千克体重的人做不同活动时所消耗的热量



建立柱形图时应遵循以下步骤：

1. 在作图纸上画一条水平线(x 轴)和一条垂直线(y 轴)。

2. 沿x轴列出要作图的各个项目的名称，然后写上x轴的总称。

3. 给y轴写上应变量的名称，并注明单位。然后在y轴上标出刻度，注意单位数值的间距要相同，y轴数值范围要能包含所有的实验数据。

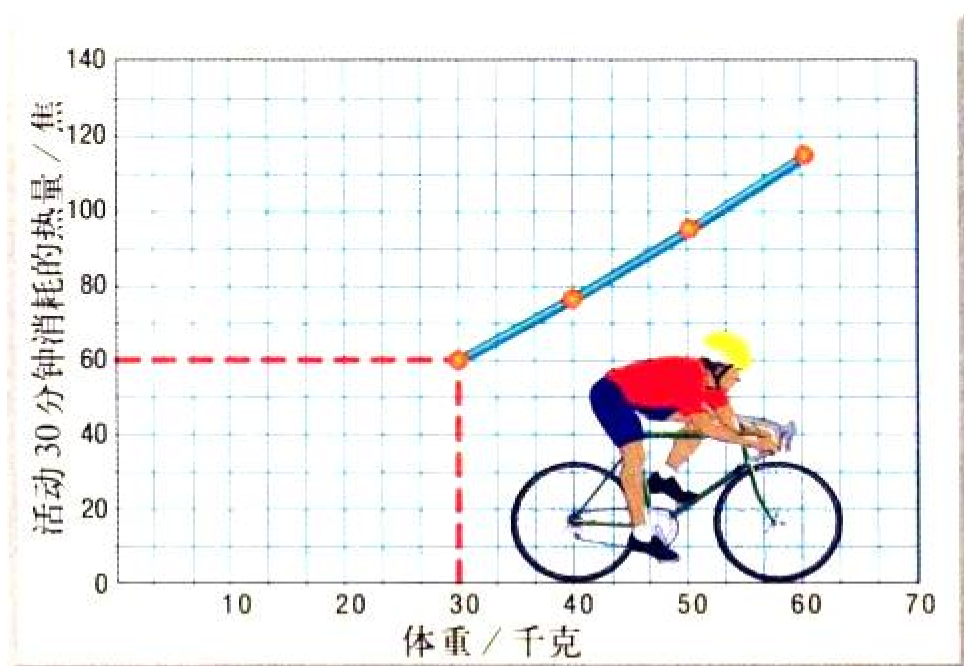
4. 给每一项画一个直条，以y轴上的刻度来决定所画直条的高度。例如，对骑自行车这项而言，就画一个和y轴上标有252焦刻度等高的直条。所有的直条宽度要相同，间距也要相等。

5. 最后给柱形图加上标题。

折线图

你可以用折线图来分析骑车时体重和消耗热量之间是否存在着联系。折线图能用来显示某一变量(应变量)是如何随着另一变量(调节变量)而变化的。当调节变量是连续性数据时，才能用折线图。所谓连续性数据，就是除了你所测量的点以外还存在其他的点。比如体重就是连续性数据，因为在30千克和40千克之间还有其他的体重值(如31千克)。还有时间也是连续性数据。

体重对骑自行车时热量消耗的影响



折线图是一种十分有用的工具，因为它还能用来预测一些实验中没有测量的数值。例如，可以用这张折线图来估计出，35千克重的人骑车时会消耗286焦的热量。

建立折线图时应该遵循以下步骤:

1. 在方格纸上画一条水平线(x轴)和一条垂直线(y轴)。

2. 给x轴标上调节变量的名称，给y轴标上应变量的名称，并分别注明单位。

3. 然后在两条轴上分别标出刻度，注意单位数值的间距要相同，数值范围要能包含所有的实验数据。

4. 把每一个数据在图中所对应的点标出来。上图中的虚线显示出第一个数据点(30千克和252焦)的定位方法。首先经过水平轴上30千克那一点画一条假想的垂直线，再经过垂直轴上252焦那一点画一条假想的水平线。两条线的交点就是要找的数据点。

5. 用实线连结各个数据点。在某些情况下，可能需要画一条能反映数据的总趋势的直线，这条线应处于所有点的中间，使线上下方的点大致相同。

6. 最后给折线图加一个合适的标题，说明图中的变量及其关系。

活动

根据记录表中实验2、3的结果各画一张折线图。

活动

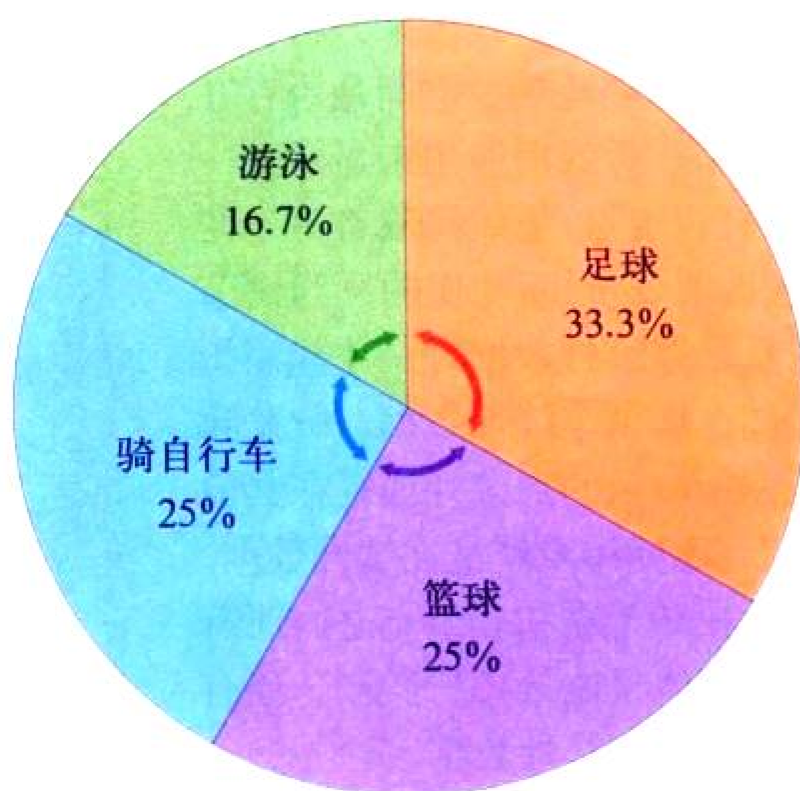
报纸上有这样的消息：本地区6月份的总降水量为4厘米，7月份为2.5厘米，8月份为1.5厘米。你认为该用哪种图表来显示这些数据？自己动手在作图纸上把它画出来。

扇形图

像柱形图一样，扇形图也用来表示一组不同项目的数据。但和柱形图不同的是，扇形图只在各个项目的数据总和等于某一整体时才能使用。扇形图有时候也被称为饼图，因为它看上去像一个分成若干小块的饼。圆圈代表了整体，而各个小块则代表不同的项目。每一块的大小能显示出这个项目在整体中所占的百分比。

下面的记录表显示了一次调查活动的统计结果。这次调研向24名青少年了解什么是他们最喜欢的运动，然后用得到的数据创建了右边的扇形图。

青少年喜爱的运动



最喜爱的运动

运动	人数
足球	8
篮球	6
骑自行车	6
游泳	4

制作扇形图时应该遵循以下步骤：

1. 用圆规画一个圆，并标出圆心。然后从圆心竖直向上到圆周画一条直线。

2. 用下面公式来计算每一块“饼”的圆心角度数x(注：一个圆的圆心角度数是360)。例如，要算出“足球”这一块的圆心角可以用以下公式：

$$\frac{\text{喜欢足球的学生数}}{\text{学生总数}} = \frac{x}{\text{整个圆的圆心角度数}}$$

$$\frac{8}{24} = \frac{x}{360}$$

用交叉相乘法解出x。

$$24x = 8 \times 360$$
$$x = 120$$

所以“足球”这一块的圆心角度是120度。

3. 以刚才画的线为角的一边，以圆心为角的顶点，用量角器量出第一块“饼”的角度。然后画出角的另一边。

4. 按照这一方法继续画出其他的几块饼，测量角度时都从上一块的边开始，这样可以避免各个小块互相重叠。最后完成扇形图时，整个圆都应该被填满。

5. 然后计算每一块占整体的百分比。计算时，把每一块的圆心角度数除以整个圆的圆心角度数(360)，再乘以100%，就得到你所要的百分数。例如“足球”这一块可以这样计算：

$$\frac{120}{360} \times 100\% = 33.3\%$$

6. 再给每一块涂上不同的颜色，并标出它所代表项目的名称和所占的百分比。

7. 最后给扇形图加上标题。

活动

假设一个班级有28个人，12人乘车上学，10人步行，另6人骑自行车。试创建一张扇形图来显示这些数据。

实验室安全守则

警示性符号

下面这些符号会向你警示实验室中的潜在危险，并提醒你要小心操作。

护目镜 在使用化学药品、燃烧或加热，或在一些有可能打碎玻璃器皿的实验中应该带好护目镜来保护眼睛。

实验服 应该穿好实验服，以避免你的皮肤和衣物受到损伤。

易碎 表示你要用到某些易碎的物品，比如玻璃容器、试管、温度计或漏斗等。使用易碎物品时要格外小心，不要碰玻璃碎片。

隔热手套 表示要使用隔热手套或其他护手用具来拿取很烫的物体。热电炉、热玻璃器皿或者热水会导致烫伤。切勿直接用手触摸烫的物体。

加热 表示可以用夹子或钳子拿取烫的玻璃器皿，切勿用手直接触摸。

锐器 尖头剪刀、解剖刀、小刀、针、别针以及大头针都属于尖锐物体，容易割破或刺伤皮肤。不要把它们的尖端或者刀刃朝向自己和他人。严格按照实验要求来使用锐器。

电击 表示要避免可能遭到电击的情况。不要在水旁使用电器，也不要在电器或者手潮湿时使用。确定电线已经正确连接，并且不会绊倒别人。电器不用时要断开它的电源。

腐蚀性化学药品 表示你将会用到硫酸或其他腐蚀性的化学药品。尽量避免让它溅到皮肤、衣服上，或者眼睛里。不要吸入挥发出的气体。实验完毕后要洗手。

有毒物品 不要让任何有毒的化学品接触到皮肤，也不要吸入它所挥发出的气体。实验完毕后要洗手。

身体安全 如果有些实验需要你做一些运动，注意避免伤害自己和他人。所有活动都要在老师的指导下进行。如果有任何理由使你无法参加此项活动，一定要向老师提出。

动物安全 在对活动物进行操作时，要尽量当心，避免伤害到动物或你自己。处理动物标本或动物脏器时也要小心。实验结束后要洗手。

植物安全 在实验室或野外处理植物时，要遵从老师的指导。如果你对某种植物过敏，那么在做相应的实验之前要告诉老师。避免接触那些有害的植物，如毒常春藤、毒橡树、毒漆树，以及带荆棘的植物。实验结束后要洗手。

燃烧 表示你可能会通过煤气灯、蜡烛或火柴来使用火。把头发束紧，整理好衣服，避免被烧到。听从老师的指导来点燃或熄灭火。

禁火 表示周围可能存在易燃物品，注意不要有任何明火以及敞开的加热源。

气体 当实验中有可能产生有毒或者不良气体时，一定要在通风的环境下操作。避免直接吸入气体。只有当老师要求你闻某种气味时，才用招气入鼻法(用手把气体朝鼻子的方向扇)去闻。

废弃物处理 实验中用到的化学品和其他实验材料在废弃前要经过安全处理。根据老师的要求把它们放到指定位置。

洗手 结束实验后，要用抗菌肥皂彻底洗手，包括手背和手指间，最后用温水冲洗干净。

常用安全提醒 你以前可能看到过这个符号，它的意思是提醒注意，应该按符号后面的要求去做。

在本书中，当要求你设计实验时，也常出现这个符号，这是要你必须先征得老师同意后，才能进行实验。

实验室安全守则

为了帮助你了解如何在实验室中安全地进行实验操作，请阅读下列安全规定。要反复仔细地阅读这些规定，直到确信自己已完全理解并能遵守为止。如果有不懂的地方，可以请教老师。

穿着规定

1. 当使用化学物品、煤气灯、玻璃器皿或者其他可能伤害眼睛的物体时，一定要戴上护目镜保护眼睛。如果你带了隐性眼镜，要向老师说明。
2. 当使用腐蚀性化学药品或者会染色的试剂时，要穿上实验用围裙或外套。
3. 把长发扎在脑后，避免碰到化学品、火焰或仪器。
4. 如果衣服的饰件或者首饰太长，垂下来时会碰到化学品、火焰或者仪器，请系紧或者摘除。把过长的衣袖卷起来，或用袖带固定。
5. 不能穿凉鞋或者拖鞋。

一般注意事项

6. 在开始实验以前，把步骤反复阅读几遍。注意遵守所有书面的和口头的提示。如果对实验的任何部分还有疑问，要向老师寻求帮助。
7. 不能未经老师分配任务或许可就开始进行实验。做自己设计的实验也要经过同意，在没有获得允许之前不准随意使用任何仪器。
8. 没有老师监督时不准进行任何实验。
9. 不准在实验室里吃东西或喝饮料。
10. 随时保持工作台的干净整洁。只能把笔记本、实验手册、实验记录本带进工作区。其他物品如钱包、背包都要放在指定地点。
11. 不得在实验室中喧闹。

急　救

12. 在实验室中发生的事故或者伤害，不论多么小，都要向老师报告。如果发现着火要立即告诉老师。
13. 应学会处理发生的特殊意外。例如，硫酸溅入眼睛或弄到皮肤上时，应该立即用大量的水冲洗。
14. 要知道急救箱放置的地点，但是不要擅自使用。发生伤害时应该由老师来实施急救。老师也可以把你送到学校医务室，或者叫医生来。
15. 了解急救设施(如灭火器、灭火毯)的位置，并知道如何使用。
16. 熟悉最近的电话位置，并知道发生意外时该与谁联系。

加热及用火安全

17. 不要在未佩戴护目镜前使用蜡烛、酒精灯、电炉等热源。
18. 不要随便加热物体，因为常温下无害的化学品可能会在加热时造成危险(除老师要求)。
19. 所有易燃物品都应该远离火源。在易燃的化学药品旁切勿使用明火。
20. 不要把手伸入火中。
21. 使用酒精灯前，确信你已经知道如何像老师示范的那样正确点燃和调节火焰。不要用手直接碰煤气灯，因为它可能很烫。在无人看管时必须熄灭酒精灯。
22. 加热时化学药品可能会从试管中溅出，所以用试管加热物质时，试管口切勿朝向自己或他人。
23. 不要给密闭容器内的液体加热。因为急速膨胀的气体可能会使容器爆炸。
24. 取下一个加热过的容器前，可以先用手背凑近它，试试温度。如果手背感到灼热，说明容器还太烫，因此不能直接用手拿。这时可以戴隔热手套来拿。

化学药品的使用安全

25. 千万不可因为“好玩”而随意把化学药品混合。这样做可能容易产生引起爆炸的危险物质。
26. 不要把脸凑近装有化学药品的容器口。不要摸、尝、闻某种化学品，除非老师要求你这样做。因为许多化学物质是有毒的。
27. 只使用实验所需的化学药品。取药品时要核对试剂瓶上的标签。要按所需的药品量来称取。用完后盖好瓶塞或瓶盖。
28. 根据老师的指导处理用过的化学药品。为防止污染，不要把取出的药品放回原来的瓶中。不要随意把化学品倒进水槽或废物箱里。
29. 处理酸和碱时尤其要小心。把它们倒在水槽或指定的容器中，注意不要溅到实验台上。
30. 如果要求你辨别气味，要用招气入鼻法，切勿凑到容器口上方直接闻。
31. 当把酸和水混和时，注意要先把水倒入容器，然后再缓慢地把酸加入水中。千万不要把水倒入酸里。
32. 在实验室中要特别注意，不要把物品洒到外面。如果有化学试剂溅出来要立即用大量的水冲洗。如果酸溅到皮肤或者衣服上必须马上用大量的水冲洗，同时向老师报告是否还有其他的地方被溅到。

玻璃器皿的使用安全

33. 不要将玻璃管或温度计强行塞入橡皮塞或者橡皮管中。如果实验需要，可以让老师帮助把玻璃管或者温度计塞好。
34. 在用煤气灯加热时，使用石棉网来避免玻璃器皿与火焰直接接触。不要加热外表还不完全干燥的玻璃器皿。
35. 要记住，烫的玻璃器皿看上去就和冷的一样。千万不要在没有试过温度之前贸然用手去拿。必要时使用隔热手套。参见第 24 条规定。
36. 不要使用已经破裂或有缺口的玻璃器皿。如果发现玻璃器皿有损坏，要向老师报告，然后把它扔到指定的回收箱中。
37. 不要用实验室的玻璃器皿装食物。
38. 归还玻璃器皿之前要彻底洗干净器皿。

锐器的使用

39. 使用解剖刀或其他尖锐物品时要特别小心。切东西的时候刀口不要朝向自己。
40. 如果在实验室里划破了皮肤要马上向老师汇报。

动植物安全

41. 不准进行会引起哺乳动物、鸟类、爬行动物、鱼类和两栖动物痛苦、不适或伤害的实验。这个原则在家里和在学校都同样适用。
42. 只有绝对必要时才使用动物进行实验。老师会指导你如何处理带入实验室的每一种动物。
43. 如果你知道自己对某种植物、霉菌或动物过敏，那么在相应的实验开始之前就要向老师说明。
44. 在野外工作时，要穿好长袖衣服、长裤、袜子和鞋子，以保护自己的皮肤少受伤害。要学会辨认当地有毒的植物、真菌以及带刺的植物，尽量避免接触它们。
45. 不要吃任何不认识的植物和真菌。
46. 接触过动物或者饲养动物的笼子之后要彻底洗手。如果实验涉及动物脏器、植物、泥土，结束后也要洗手。

实验结束规定

47. 实验完成后，把工作台整理干净，所有仪器归还到指定位置。
48. 按老师的要求处理废物。
49. 每一次实验结束都要洗手。
50. 所有的加热器和电炉不用时都应关上。拔掉电炉等电器的插头；如果使用的是煤气灯，要检查煤气管道的开关是否关闭。

索引

F

G

H

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

W

X

Y

Z

致　谢

Illustration

Albert Molnar: 140
John Edwards and Associates: 26(t),27,98,
GeoSystems Global Corporation: 26(b),
Martucci Design: 162,163,164,
Matt Mayerchak: 42,74,144,160,161,
Morgan Cain & Associates: 17,18,19,21,38,38,40,47,48,49,53,58,59,67,125,154,
Precision Graphics: 79,80,82,84,85,86,87,95,100,101,102,108,109,112,116,123,124t,145
J/B Woolsey Associates: 29,51,57,64,65,66,75,115,121,124b,127,130-131,158,

Photography

Photo Research by Toni Michaels
Cover image Joseph B. Brignold/The Image Bank

Nature of Science

Page 8, 9t, inset, NASA; **9b,** SPAR Aerospace/SPAR Space Systems; **10-11, 10t,** NASA;**10b,**Courtesy of Ellen Ochoa;**11,**NASA.

Chapter 1

Pages 12-13, Dick Durrance II/The Stock Market; **14t,** Richard Haynes; **14b,** Marcello Bertinetti/Photo Researchers; **15t,** Paul Silverman/ Fundamental Photographs; **15b,** Russ Lappa; **16 both, 17l,** Richard Megna/Fundamental Photographs; **17r,** Phil Degginger/Color-Pic,Inc.; **18 both,** Richard Megna/ Fundamental Photographs; **20t,** Russ Lappa; **20b,** Richard Haynes; **22,** Aaron Rezny/The Stock Market; **23 both,** Richard Haynes; **24t,** Russ Lappa; **24b,** SIsse Brimberg/National Geographic Image; **25,** National Geographic Society/ NGS Image; **28,** Lionel F.Stevenson/Photo Researchers; **30t,** Russ Lappa; **30b,** Corbis-Bettmann; **31b,** Richard Megna/Fundamental Photographs; **31 all others,** Russ Lappa; **32,** Dreamstime; **33,** Corel Corp.; **33 inset,** Russ Lappa; **34l,** Russ Lappa; **34r,** Richard Megna/Fundamental Photographs; **35,** AT&T Bell Labs/Science Photo Library/Photo Researchers; **36,** Kevin Cruff/FPG International; **37, 38t,** Richard Haynes; **38b, 39,** Richard Megna/Fundamental Photographs; **40,** Applied Superconductivity Center at the University of Wisconsin-Madison; **41t,** Richard Megna/Fundamental Photographs; **41b,** Lionel F.Stevenson/Photo Researchers.

Chapter 2

Pages 44-45, Telegraph Colour Library/FPG International; **46t,** Richard Haynes; **46b,** Mark C.Burnett/Photo Researchers; **49,** Hank Morgan/Rainbow; **50,** Russ Lappa; **51 both,** Richard Haynes; **52,** Richard Kaylin/TSI; **54, 55,** Richard Haynes; **56,** Russ Lappa; **57,** Bob Daemmrich/Stock Boston; **59, 60,** Russ Lappa; **61,** M.Antman/The Image Works; **62,** Mark Burnett/Stock Boston; **63,** Richard Haynes; **64,** James Dwyer/Stock Boston; **65, 66, 68,** Russ Lappa; **69t,** Joel Page/AP Wide World Photos; **69b,** Russ Lappa; **70,** iStockphoto; **71l,** Russ Lappa; **71r,** M.Antman/The Image Works; **72,** Dreamstime;**73t,** M.Antman/The Image Works; **73b,** Russ Lappa.

Chapter 3

Pages 76-77, John Henley/The Stock Market; **78t,** Russ Lappa; **78b,** Jon Chomitz; **81,83t,** Russ Lappa; **83b,** Telegraph Colour Library/FPG International; **84,** Richard Haynes; **88t,** Peter Menzel/Stock Boston; **88b,** Martin Rogers/ TSI; **88 bkgd,** Peter/Stef Lamberti/TSI; **89t,** In-house; **89m,** Roger Ball/The Stock Market; **89b,** Stephen J.Krasemann/Photo Researchers; **89 bkgd,** Manfred Gottschalk/Tom Stack & Associates; **91,** Alison Wright/Stock Boston; **92t,** Russ Lappa; **92b,** Frank Siteman/Stock Boston; **94,** Wikimedia commons; **95,** Russ Lappa; **96t,** The Granger Collection,NY; **96b,** Corbis-Bettmann; **97t,** The Granger Collection,NY; **97bl,br,** Corbis-Bettmann; **98,** Wikimedia commons; **99t,** Russ Lappa; **99b,** William Johnson/Stock Boston; **100,** J-L Charmet/ Science Photo Library/Photo Researchers; **103,** Jose Pelaez/The Stock Market; **104t,** David Barnes/TSI; **104b,** Russ Lappa; **105,** Richard Haynes; **106,** Panorama Stock; **107,** Peter Menzel/Stock Boston.

Chapter 4

Pages 110-111, Tim Davis/Photo Researchers; **113tl,** Bob Daemmrich/Stock Boston; **113tr,** Bill Horsman/Stock Boston; **113b,114b,** Russ Lappa; **114 inset,** Dr.Jeremy Burgess/Science Photo Library/Photo Researchers; **115t,** Russ Lappa; **115b,** Russ Lappa/Photo Researchers; **115 inset,** Dr.Jeremy Burgess/ Science Photo Library/Photo Researchers;**116 both,** Russ Lappa; **117b,** Manfred Kage/Peter Arnold; **117 inset,** Charles Falco/Photo Researchers; **118,** Dreamstime; **119,** Russ Lappa; **120l,** B.Daemmrich/The Image Works; **120r,** Dreamstime; **122t,** Russ Lappa; **122b,** Richard Pasley/Stock Boston; **123b,** Craig Tuttle/The Stock Market; **123 inset,** Telegraph Colour Library/FPG International; **126,** I.Maier,Jr./The Image Works; **128t,** Richard Haynes; **128b,** L.Dematteis/The Image Works; **129,** Andrew Syred/Science Photo Library/Photo Researchers; **132t,** The Granger Collection,NY; **132b,** Corbis-Bettmann; **133t,** AP/Wide World Photos; **133b,** Camilla Smith/Rainbow; **134,** David Parker/ Science Photo Library/Photo Researchers; **135,136 both,137,** Russ Lappa; **138,** Dreamstime; **139tl,** AP Photo/Kamran Jebreili; **139tr,** Russ Lappa; **139bl,** Bob Daemmrich/Stock Boston; **139br,** AP Photo/Rick Bethem; **139m,** NASA; **141,** Russ Lappa; **142,** Andrew Oliney & TSI Imaging/TSI; **143,** I.Maier,Jr./The Image Works.

Interdisciplinary Exploration

Page 146t, Art Resource,NY; **146b,** The Granger Collection,NY; **147 all,** U.S.Dept.of the Interior,National Park Service,Edison National Historic Site; **148-149,** AP/Wide World Photos; **150l, m,** U.S.Dept.of the Interior,National Park Service,Edison National Historic Site; **150br,** Brooks/Brown/Photo Researchers; **151t,** US Geological Survery/Science Photo Library/Photo Researchers; **151bl,** Topham/The Image Works; **151br,** Michael Simpson/FPG International; **151 all others,** Russ Lappa.

Skills Handbook

Page 152, Mike Moreland/Photo Network; **153t,** Foodpix; **153m,** Richard Haynes; **153b,** Russ Lappa; **156,** Richard Haynes; **158,** Ron Kimball; **159,** Renee Lynn/Photo Researchers.